

\*corresponding to

J. P. Publication

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

No. 2778739

(11)Publication number : 02-296209

(43)Date of publication of application : 06.12.1990

(51)Int.Cl.

G02B 23/24

A61B 1/04

(21)Application number : 01-117863

(71)Applicant : OLYMPUS OPTICAL CO LTD

(22)Date of filing : 10.05.1989

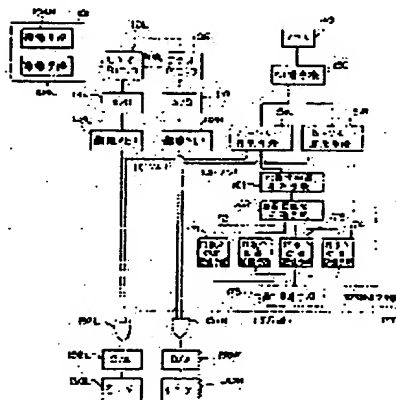
(72)Inventor : SONOBE KAZUO

## (54) ENDOSCOPE DEVICE FOR MEASURING

## (57)Abstract:

PURPOSE: To objectively recognize the recessed/projecting parts of a measuring object by calculating a distance from an object point to a reference plane based on a three-dimensional position of a specified reference plane and the object point.

CONSTITUTION: The object point is specified by an object point specifying means 145 and the three-dimensional position of the object point is calculated by object point position calculating means 161 and 175. And an optional plane in the image plane of an endoscope 101 is specified as the reference plane by a reference plane specifying means 151. And the distance from the object point to the reference plane is calculated based on the three-dimensional position of the reference plane and the object point. Thus, the recessed/projecting parts of the object objectively are recognized.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11) 特許番号

第2778739号

(45) 発行日 平成10年(1998) 7 月23日

(24) 登録日 平成10年(1998) 5 月 8 日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

G 0 2 B 23/24

G 0 2 B 23/24

B

A 6 1 B 1/04

3 7 0

A 6 1 B 1/04

3 7 0

請求項の数 1 (全 26 頁)

(21) 出願番号 特願平1-117863

(22) 出願日 平成1年(1989) 5 月10日

(65) 公開番号 特開平2-296209

(43) 公開日 平成2年(1990) 12 月 6 日

審査請求日 平成8年(1996) 4 月26日

(73) 特許権者 999999999

オリンパス光学工業株式会社

東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目43番 2 号

(72) 発明者 関部 和夫

東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目43番 2 号 オ

リンパス光学工業株式会社内

(74) 代理人 弁理士 伊藤 進

審査官 里村 利光

(56) 参考文献 特開 昭63-201618 (J P, A)

特開 平2-119836 (J P, A)

特開 平2-116347 (J P, A)

(58) 調査した分野(Int.Cl.<sup>6</sup>, D B 名)

G02B 23/00

A61B 1/00

(54) 【発明の名称】 計測用内視鏡装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 内視鏡先端に対する計測対象点の位置を計測する計測用内視鏡装置において、

前記計測対象点を指定する対象点指定手段と、

前記計測対象点の 3 次元的位置を演算する対象点位置演算手段と、

内視鏡画面内で任意の平面を指定する基準面指定手段と、

前記基準面指定手段により指定された基準面及び前記対象点位置演算手段により演算された計測対象点の 3 次元的位置に基づいて、前記計測対象点から前記基準面までの距離を演算する手段と

を具備したことを特徴とする計測用内視鏡装置。

【発明の詳細な説明】

〔産業上の利用分野〕

本発明は、計測対象点の位置を計測する計測用内視鏡装置に関し、特に、対象物の凹凸の高さまたは深さを客観的に認識できるようにした計測用内視鏡装置に関する。

〔従来の技術〕

近年、医療用分野及び工業用分野において、内視鏡が広く用いられるようになった。

通常の内視鏡による観察像では、一般に対象物は平面的なものとなり、凹凸等を認識しにくい。このため、例えば本出願人は、特願昭62-181888号明細書において、内視鏡の先端部に 2 系統の対物レンズを設けて、この 2 系統の対物レンズにより得た 2 つの画像をイメージガイドを通じて接眼部に導いて双眼により立体的視野を得るようにした装置を提案していた。

このようにして得られる 2 つの画像を撮像して 2 つの

モニタに表示した場合、各モニタの画面上で互いに対応する点を指定することにより、対象物の1点を3次的に特定することができる。そして、その対象点までの距離を求めることや、複数の対象点間の距離を求めること等が可能になる。

#### 〔発明が解決しようとする課題〕

ところで、隆起病変や陥凹病変等の対象物の凹凸の高さまたは深さを客観的に知りたいという要望がある。しかしながら、前述のような対象物の1点を3次的に特定する手段や、対象点までの距離を求める手段や、複数の対象点間の距離を求める手段等は、いずれも、直接、対象物の凹凸の高さまたは深さを示すものではないので、対象物の凹凸の高さまたは深さが客観的には判らないという問題点がある。

本発明は、上記事情に鑑みてなされたものであり、対象物の凹凸を客観的に認識できるようにした計測用内視鏡装置を提供することを目的としている。

#### 〔課題を解決するための手段〕

本発明の計測用内視鏡装置は、内視鏡先端に対する計測対象点の位置を計測する計測用内視鏡装置において、前記計測対象点を指定する対象点指定手段と、前記計測対象点の3次元的位置を演算する対象点位置演算手段と、内視鏡画面内で任意の平面を指定する基準面指定手段と、前記基準面指定手段により指定された基準面及び前記対象点位置演算手段により演算された計測対象点の3次元的位置に基づいて、前記計測対象点から前記基準面までの距離を演算する手段とを備えたものである。

#### 〔作用〕

本発明では、対象点指定手段により計測対象点が指定され、対象点位置演算手段により前記計測対象点の3次元的位置が演算される。また、基準面指定手段により内視鏡画面内の任意の平面が基準面として指定される。そして、前記基準面及び前記計測対象点の3次元的位置に基づいて、計測対象点から基準面までの距離が演算される。

#### 〔実施例〕

以下、図面を参照して本発明の実施例を説明する。

第1図ないし第23図は本発明の一実施例に係り、第1図は本実施例の概略の構成を示すブロック図、第2図は内視鏡の挿入部先端部の説明図、第3図は計測用内視鏡装置の構成を示すブロック図、第4図はホストコンピュータの構成を示すブロック図、第5図は画像ファイルの構成を示すブロック図、第6図は高さの求め方を示す原理説明図、第7図(a)及び(b)は対象物における点の位置表示を説明するための説明図、第8図は複数の点の高さを求める場合の説明図、第9図は突出した部分の高さを求める場合の説明図、第10図は3次元座標の求め方を示す原理説明図、第11図は画面上の位置と撮像素子上の位置との変換を説明するための説明図、第12図は案内線の求め方を示す原理説明図、第13図ないし第23図は

本実施例の動作を説明するためのフローチャートである。

本実施例の計測用内視鏡装置は、第3図に示すように、ステレオ式ビデオイメージエンドスコープ(以下、内視鏡と記す。)101と、この内視鏡101によって撮像される右画像及び左画像の各画像信号を信号処理する右画像用ビデオプロセッサ110R及び左画像用ビデオプロセッサ110Lと、前記各ビデオプロセッサ110R, 110Lから出力される例えばRGB信号による各映像信号を記憶する右画像用フレームメモリ112R及び左画像用フレームメモリ112Lと、前記各フレームメモリ112R, 112Lから出力される例えばRGB信号による映像信号を入力して、右画像、左画像を表示する右画像用モニタ130R及び左画像用モニタ130Lと、前記各フレームメモリ112R, 112Lに記憶された画像を用いて、立体計測演算を行うホストコンピュータ120と、前記ホストコンピュータ120に接続された画像ファイル140と、前記ホストコンピュータ120に接続され、前記モニタ130R, 130Lに表示されるカーソルの操作や計測対象点の指定等を行うマウス145とを備えている。

前記両ビデオプロセッサ110R, 110Lは、互いに同期した信号処理を行うようになっている。また、本実施例では、前記各フレームメモリ112R, 112Lは、R, G, B用の各メモリを複数組備えており、1組には画像が記憶され、他の組にはカーソルが書き込まれ、各組に書き込まれた信号を足し合わせるにより、モニタの画面上に画像とカーソルとを表示できるようになっている。

前記ホストコンピュータ120は、第4図に示すように構成されている。

すなわち、ホストコンピュータ120は、CPU121, 右フレームメモリインターフェース122R, 左フレームメモリインターフェース122L, メインメモリ123, 画像ファイルインターフェース124, マウスインターフェース125, キーボード126及びCRT127を備え、これらは、バスによって互いに接続されている。また、前記右フレームメモリインターフェース122R, 左フレームメモリインターフェース122Lは、それぞれ、前記右画像用フレームメモリ112R及び左画像用フレームメモリ112Lに接続され、これらとの間で画像データの送受を行うと共に、各インターフェース122R, 122Lを介して、前記フレームメモリ112R, 112Lに対するカーソル制御を行うようになっている。また、前記画像ファイルインターフェース124は、画像ファイル140に接続され、画像データ及び対象点位置情報の送受を行うようになっている。また、前記マウスインターフェース125は、マウス145に接続されるようになっている。

前記画像ファイル140は、第5図に示すよう構成されている。

すなわち、画像ファイル140は、対象点の位置情報を記憶し、ホストコンピュータ120と対象点位置情報の送受を行う対象点位置情報用ファイル181と、ホストコンピュータ120と画像データの送受を行うステレオ画像マ

ネージャー182と、このステレオ画像マネージャー182に連結され、左画像データを記憶する左用画像ファイル183Lと、前記ステレオ画像マネージャー182に連結され、右画像データを記憶する右用画像ファイル183Rとを備えている。本実施例では、内視鏡101で得たステレオ画像を左右2枚1組で取り扱っており、ホストコンピュータ120から2枚1組で送られて来たステレオ画像は、前記ステレオ画像マネージャー182によって、左用、右用各画像ファイル183L、183Rに振り分けられて、記録されるようになっている。また、前記ステレオ画像マネージャー182によって、前記各画像ファイル183L、183Rに記録された画像は、2枚1組で呼び出されるようになっている。

次に、本実施例の概略の構成を第1図及び第2図を参照して説明する。

内視鏡101は、第2図に示すように、細長の挿入部102を備え、この挿入部102の先端部には、複数の、例えば2つの観察窓と、照明窓とが設けられている。前記各観察窓の内側には、互いに視差を有する位置に、右眼用対物レンズ系103R、左眼用対物レンズ系103Lが設けられている。各対物レンズ系103R、103Lの結像位置には、それぞれ、固体撮像素子を用いた撮像手段104R、104Lが配設されている。また、前記照明窓の内側には、配光レンズ105が設けられ、この配光レンズ105の後端には、ファイババンドルよりなるライトガイド106が連結されている。このライトガイド106は、前記挿入部102内に挿通され、入射端部は図示しない光源装置に接続されるようになっている。そして、この光源装置から出力される照明光が、前記ライトガイド106及び配光レンズ105を介して被写体に照射されるようになっている。この被写体からの光は、前記対物レンズ系103R、103Lによって、それぞれ右画像、左画像として、撮像手段104R、104Lに結像されるようになっている。

前記撮像手段104R、104Lによって撮像された各画像信号は、それぞれ、ビデオプロセッサ110R、110Lに入力され、映像信号処理が施されるようになっている。前記各ビデオプロセッサ110R、110Lから出力される各画像信号は、それぞれ、A/D変換器111R、111Lによりデジタル信号に変換された後、画像メモリすなわち、各フレームメモリ112R、112Lのうちの画像用のメモリに記憶されるようになっている。

前記画像メモリ112R、112Lから読み出された画像信号は、それぞれ、ORゲート157R、157Lを経て、D/A変換器158R、158Lにてアナログ信号に変換され、モニタ130R、130Lに入力されるようになっている。そして、このモニタ130R、130Lに、それぞれ、右画像、左画像が表示されるようになっている。

また、右画面にカーソルを表示させるカーソル表示手段151Rと、左画面にカーソルを表示させるカーソル表示手段151Lとが設けられ、マウス145は、切換手段150を介

して、前記カーソル表示手段151R、151Lの一方に接続されるようになっており、各画面用のカーソルの移動等の操作を行うことができるようになっている。前記カーソル表示手段151R、151Lから出力されるカーソル表示用の信号は、前記ORゲート157R、157Lに入力されるようになっており、これにより、モニタ130R、130Lの画面にカーソルが重畳されるようになっている。

また、右画面用のカーソル表示手段151Rには、案内線表示手段177が連結され、この案内線表示手段177は、右画面において対象点が指定されている場合には、その対象点に対する左画面上での位置条件を演算し、その位置条件に基づいて案内線表示用の信号を出力するようになっている。この案内線表示用の信号は、ORゲート157Lに入力されるようになっており、これにより、左画像用モニタ130Lの画面に案内線が重畳して表示されるようになっている。

また、前記両カーソル表示手段151R、151Lには、対象点位置算出手段161が連結されており、この対象点位置算出手段161は、両画面において対象点が指定されている場合には、その対象点の各画面における座標より計測対象点の3次元座標を求めるようになっている。更に、前記対象点位置演算手段161は、位置記憶先切換手段162を介して、複数、例えば4つの対象点位置記憶手段171、172、173、174の1つの選択的に連結されるようになっている。この各対象点位置記憶手段171～174には、前記対象点位置算出手段161で算出された複数の計測対象点の各位置が記憶されるようになっている。前記各対象点位置記憶手段171～174は、高さ演算手段175に連結され、この高さ演算手段175は、前記対象点位置記憶手段171～174に記憶された各計測対象線の位置に基づいて、対象物の凹凸の高さまたは深さを演算するようになっている。この高さ演算手段175によって演算された対象物の凹凸の高さまたは深さは、例えば、各計測対象点の位置関係と共に、モニタに表示されるようになっている。

尚、本実施例では、前記切換手段150、カーソル表示手段151R、151L、対象点位置算出手段161、位置記憶先切換手段162、対象点位置記憶手段171～174、高さ演算手段175、及び案内線表示手段177は、前記ホストコンピュータ120を後述する手順で動作させることにより達成される。

本実施例における立体計測システムの詳細な動作、作用を説明する前に、以下に、対象物の凹凸の高さまたは深さを求める場合の作用の概略を説明する。

(1) まず、内視鏡からの画像または画像ファイルからの画像を選択する。

(2) 内視鏡からの画像を選択した場合には、画像を記録するか否かを選択し、記録する場合には、内視鏡からのステレオの左右画像を、2枚1組で画像ファイル140に記録する。

(3) 一方、画像ファイルからの画像を選択した場合には、画像ファイル140からステレオ画像を1組選択し、

フレームメモリ112R, 112Lへ呼び込む。

(4) 次に、高さ計測を行う場合は、まず、対象物の凹凸に対する基準面(平面)を特定するための3つの計測対象点を指定する。この3つの計測対象点の指定の作用は、次の通りである。

1. 対象点がすでに指定してあった場合には、左右画面のカーソルを消す。
2. 右画面に、点の指定用に任意に動くカーソル(以下、動カーソルと記す。)が表われる。
3. マウス145を操作し、指定したい点の上に動カーソルを移動する。
4. マウス145を用いて指定を行うと、右画面に指定カーソルが表われる。尚、この指定は、繰り返すことができる。
5. マウス145を用いて指定点の確定を行う。
6. 右画面の動カーソルが消え、指定カーソルが残る。
7. 左画面に動カーソルが表われる。
8. マウス145を操作し、指定したい点の上に動カーソルを移動する。
9. マウス145を用いて指定を行うと、左画面に指定カーソルが表われる。尚、この指定は、繰り返すことができる。
10. マウス145を用いて指定点の確定を行う。
11. 左画面の動カーソルが消え、指定カーソルが残る。
12. 指定された左右の各対象点に対応する計測対象点の3次元座標が演算される。

他の2点についても同様に指定する。

(5) 次に、対象物の高さまたは深さを求めたい計測対象点を指定する。この点の指定も、前述の(4)と同様である。

(6) このように指定した4つの計測対象点の3次元座標を用いた演算により、対象物の高さまたは深さが求められる。また、前記4つの計測対象点、及び高さまたは深さを求めたい点から基準面に降ろした垂線と前記基準面との交点の計5点の位置関係が表示される。

次に、第13図ないし第23図を参照して、本実施例における立体計測システムの詳細な動作、作用について説明する。

まず、第13図を用いてメインルーチンを説明する。システムの動作を開始すると、ステップS1-1(以下、ステップは省略し、単にS1-1のように記す。)で、内視鏡からの画像か否かを判断する。否(以下、NOと記す。また、肯定の場合はYESと記す。)の場合は、S1-2で、画像ファイルからの画像か否かを判断する。NOの場合は、S1-3で、終了か否かを判断し、YESの場合は、終了する。前記S1-1で、内視鏡からの画像であると判断された場合(YES)は、S1-4で、record()というサブルーチンを行い、S1-1へ戻る。前記recordは、内視鏡からのステレオ画像を2枚1組で画像ファイルに記

録するルーチンである。また、前記S1-2で、画像ファイルからの画像であると判断された場合(YES)は、S1-5で、measure()というサブルーチンを行い、S1-1へ戻る。前記measureは、画像ファイルから画像を呼び出し、後述する高さ計測等の各種処理を行うルーチンである。また、前記S1-3でNOの場合も、S1-1へ戻る。尚、前記recordは第14図に、前記measureは第15図に、それぞれ示している。尚、ルーチン名の最後の()は、そのルーチンがサブルーチンであることを表す。また、()の中には、引数が入ることがある。

このように、メインルーチンでは、キーボード126等の操作手段により、内視鏡からの画像または画像ファイルからの画像を選択するか、あるいは動作の終了を指示するまで、前記S1-1ないしS1-3が繰り返される。尚、S1-1とS1-2の順番は任意である。

次に、第14図を用いて前記record()を説明する。

このルーチンが開始すると、まず、S2-1で、画像記録か否かを判断する。すなわち、ここで、フリーズするタイミングをとる。NOの場合は、S2-2で、終了か否かを判断し、YESの場合は、終了する。前記S2-1で画像記録と判断された場合(YES)は、S2-3で、内視鏡からのステレオの左右画像を2枚1組で画像ファイル140に記録し、S2-1へ戻る。また、前記S2-2でNOの場合も、S2-1へ戻る。このように、ステレオ画像を左右2枚1組で取り扱うことにより、左画像と右画像を扱うのが容易になる。

次に、第15図を用いて前記measure()を説明する。

このルーチンが開始すると、まず、S3-1で、画像ファイル140の2枚1組でファイルされたステレオ画像を1組選択する。次に、選択されたステレオ画像を左右それぞれのフレームメモリ112L, 112Rへ呼び込む。次に、S3-3でloadpoint()というサブルーチンを行う。このloadpointは、左右画面上での点指定位置が記録されていれば、その位置にカーソルを表示し、その点の3次元座標を求めるルーチンである。この3次元座標は、例えばモニタ130L, 130RまたはCRT127に表示される。このloadpointは、第19図に示している。次に、S3-4で、点1の指定か否かを判断し、NOの場合は、S3-5で、高さ計測か否かを判断し、NOの場合は、S3-6で、終了か否かを判断する。このS3-6で、YESの場合は、S3-7で、終了時の点位置を記録するか否かを判断し、NOの場合は、そのまま終了し、YESの場合は、S3-8で、savepoint()というサブルーチンを行った後、終了する。前記savepointは、左右画面上での点指定位置を画像ファイル140に記録するルーチンである。このように、対象点の左右画面上での指定位置を、画像に対応させて記録することができるので、記録した対象点は、何度も指定し直す必要がなくなる。このsavepointは、第20図に示している。

前記S3-4で点1の指定であると判断された場合(YES)

S) は、S3-9で、point1 () というサブルーチンを行い、S3-4へ戻る。このpoint1は、点1を左右画面で指定し、その3次元座標を得るルーチンである。このpoint1は、第16図に示している。

前記S3-5で高さ計測であると判断された場合 (YES) は、S3-10で、height () というサブルーチンを行い、S3-4へ戻る。このheightは、対象物の凹凸の高さまたは深さを求めるルーチンである。このheightは、第17図に示している。

また、前記S3-6でNOの場合も、S3-4へ戻る。

尚、S3-4とS3-5の順番は任意である。

次に、第16図を用いて前記point1 () を説明する。

このルーチンが開始すると、まず、S4-1で、点1が指定されているか否かを判断する。NOの場合は、そのままS4-4へ進み、YESの場合は、S4-2及びS4-3を行った後、S4-4へ進む。前記S4-2では、左右各画面について、点1カーソルを消し、次に、S4-3で、点1を無指定状態に戻す。

次に、前記S4-4では、Rmovecur () というサブルーチンを行う。このRmovecurは、右画面での対象点の指定を行うルーチンであり、その指定点のx,y座標を、(S\_Rx1, S\_Ry1) に得る。このRmovecurは第22図に示している。

次に、S4-5で、右画面において、点1カーソルを(S\_Rx1, S\_Ry1) の位置に書く。

次に、S4-6で、案内線を書くか否かを判断する。NOの場合はそのままS4-8へ進み、YESの場合はS4-7で、Lguide () というサブルーチンを行った後、前記S4-8へ進む。このLguideは、右画面での指定点のx,y座標 (S\_Rx1, S\_Ry1) を基に、左画面上に、案内線を引くルーチンである。このLguideは第23図に示している。

前記S4-8では、Lmovecur () というサブルーチンを行う。このLmovecurは、左画面での点指定を行うルーチンであり、その指定点のx,y座標を、(S\_Lx1, S\_Ly1) に得る。

次に、S4-9で、案内線は書いてある否かを判断する。NOの場合はそのままS4-11へ進み、YESの場合はS4-10で、案内線を消した後、前記S4-11へ進む。すなわち、案内線が出ているときのみ消す。

前記S4-11では、左画面において、点1カーソルを(S\_Lx1, S\_Ly1) の位置に書く。

次に、S4-12で、左右各画面での指定点のx,y座標 (S\_Rx1, S\_Ry1, S\_Lx1, S\_Ly1) を引数として、3dpoint () というサブルーチンを行い、終了する。この3dpointは、左右各画面での指定点を基に、2つの指定点に対応する計測対象点 (点1) の3次元座標の計算を行うルーチンであり、結果は、(S\_X1, S\_Y1, S\_Z1) に帰される。この3dpoint () は第21図に示している。

このように、point1では、まず、右画面において点1の指定を行い、これにより、必要ならば、左画面上に案

内線が表示され、この案内線上で左画面における点1を指定する。この点1の指定により、点1の3次元座標が計算される。尚、前記点1の3次元座標は、必要に応じて、表示するようにしても良い。

また、このpoint1では、S4-6で、案内線を出すか出さないかを選択できるようになっている。これにより、案内線が対象点を隠してしまい、対象点を指定しづらくするのを防止することができる。

次に、前記height () の説明の前に、第6図ないし第9図を参照して、対象物の凹凸の高さまたは深さの求め方の原理を説明する。

第6図は、対象物の凹部201を示している。本実施例では、前記凹部201の深さを求めるため、まず、基準平面sqを、3つの計測対象点s, e1, e2によって特定する。次に、深さを求めたい計測対象点m1を指定する。以上の4つの計測対象点の3次元座標を用い、以下のような演算により、凹部201の深さが求められる。

3次元座標のx方向は、左右両対物レンズ系103R, 103Lの中心を通る方向とし、Z方向は内視鏡101の先端面に垂直な方向とし、y方向はx方向とz方向のいずれとも直交する方向とする。

点s, e1, e2, m1の各3次元座標を、それぞれ、(Xs, Ys, Zs), (Xe1, Ye1, Ze1), (Xe2, Ye2, Ze2), (Xm1, Ym1, Zm1) とする。また、点s, e1, e2を含む平面をsqとし、点s, e1を通る直線をl1とし、点s, e2を通る直線をl2とする。

直線l1の方向ベクトルを $\Delta T1$ とすると、

$$\Delta T1 = (Xe1 - Xs, Ye1 - Ys, Ze1 - Zs) \quad \dots (1)$$

となり、直線l2の方向ベクトルを $\Delta T2$ とすると、

$$\Delta T2 = (Xe2 - Xs, Ye2 - Ys, Ze2 - Zs) \quad \dots (2)$$

となる。

ここで、直線l1と直線l2を含む平面sqに対して、点m1から垂線を降ろし平面sqと交わる点を、点l1とする。

この点l1の3次元座標 (Xl1, Yl1, Zl1) を、前記方向ベクトル $\Delta T1$ ,  $\Delta T2$ と、媒介変数t, sを用いて表すと、次のようになる。

$$(Xl1, Yl1, Zl1) = t \cdot \Delta T1 + s \cdot \Delta T2 + (Xs, Ys, Zs) \quad \dots (3)$$

また、点m1から平面sqに降ろした垂線m1の方向ベクトル $\Delta m1$ は、次のようになる。

$$\Delta m1 = (Xm1 - Xl1, Ym1 - Yl1, Zm1 - Zl1) \quad \dots (4)$$

ここで、 $\Delta T1$ と $\Delta m1$ ,  $\Delta T2$ と $\Delta m1$ は、それぞれ、直交しているので、次の2式が成り立つ。

$$\Delta T1 \cdot \Delta m1 = 0 \quad \dots (5)$$

$$\Delta T2 \cdot \Delta m1 = 0 \quad \dots (6)$$

(5) 式から導かれる関係式は、(1), (2),

(3), (4) 式より、次のようになる。

$$\{ (Xe1 - Xs)^2 + (Ye1 - Ys)^2 + (Ze1 - Zs)^2 \} t + \{ (Xe1 - Xs)(Xe2 - Xs) + (Ye1 - Ys)(Ye2 - Ys) \} s = 0$$

$$\begin{aligned}
 & + (Z_{e1} - Z_s) (Z_{e2} - Z_s) \} s \\
 & = (X_{e1} - X_s) (X_{m1} - X_s) + (Y_{e1} - Y_s) (Y_{m1} - Y_s) \\
 & + (Z_{e1} - Z_s) (Z_{m1} - Z_s) \quad \dots (7)
 \end{aligned}$$

また、(6)式から導かれる関係式は、(1)、(2)、(3)、(4)式より、次のようになる。  

$$\{ (X_{e2} - X_s) (X_{e1} - X_s) + (Y_{e2} - Y_s) (Y_{e1} - Y_s) + (Z_{e2} - Z_s) (Z_{e1} - Z_s) \} t + \{ (X_{e2} - X_s)^2 + (Y_{e2} - Y_s)^2 + (Z_{e2} - Z_s)^2 \} s$$
  

$$= (X_{e2} - X_s) (X_{m1} - X_s) + (Y_{e2} - Y_s) (Y_{m1} - Y_s)$$

$$s = \frac{k_{13} \times k_{21} - k_{23} \times k_{11}}{k_{21} \times k_{12} - k_{11} \times k_{22}} \quad \dots (11)$$

$$t = \frac{k_{13} \times k_{22} - k_{23} \times k_{12}}{k_{11} \times k_{22} - k_{21} \times k_{12}} \quad \dots (12)$$

以上より、点11 (X11, Y11, Z11) は、点s (Xs, Ys, Zs)、点e1 (Xe1, Ye1, Ze1)、点e2 (Xe2, Ye2, Ze2)、点m1 (Xm1, Ym1, Zm1) で表すことができる。

ところで、本実施例では、前記点s (Xs, Ys, Zs)、点e1 (Xe1, Ye1, Ze1)、点e2 (Xe2, Ye2, Ze2)、点m1 (Xm1, Ym1, Zm1)、点11 (X11, Y11, Z11) の位置関係を、例えば第7図(a)に示すように表示するようにしているが、この表示を簡単にするために、前記各点の座標系を、点

$$+ (Z_{e2} - Z_s) (Z_{m1} - Z_s) \quad \dots (8)$$

上記(7)式におけるtの係数をk11、sの係数をk12、係数をk13と置くと、次のようになる。

$$k_{11} \times t + k_{12} \times s = k_{13} \quad \dots (9)$$

同様に、上記(8)式におけるtの係数をk21、sの係数をk22、定数をk23と置くと、次のようになる。

$$k_{21} \times t + k_{22} \times s = k_{23} \quad \dots (10)$$

上記(9)、(10)式より、次の2式が成り立つ。

sを原点とする座標系に変換する。すなわち、第7図(a)に示すように、点e1を、点sから距離dse1の点とし、点e2を、点sから距離dse2、直線selに対する角度 $\theta_{e2}$ の点とし、点11を、点sから距離dsl1、直線selに対する角度 $\theta_{11}$ の点とし、点m1を、点11から距離d11m1の点として表す。

前記各距離は、各点の3次元座標から、次のように求められる。

$$dse1 = \{ (X_{e1} - X_s)^2 + (Y_{e1} - Y_s)^2 + (Z_{e1} - Z_s)^2 \}^{1/2} \quad \dots (13)$$

$$dse2 = \{ (X_{e2} - X_s)^2 + (Y_{e2} - Y_s)^2 + (Z_{e2} - Z_s)^2 \}^{1/2} \quad \dots (14)$$

$$dsl1 = \{ (X_{11} - X_s)^2 + (Y_{11} - Y_s)^2 + (Z_{11} - Z_s)^2 \}^{1/2} \quad \dots (15)$$

$$d11m1 = \{ (X_{m1} - X_{11})^2 + (Y_{m1} - Y_{11})^2 + (Z_{m1} - Z_{11})^2 \}^{1/2} \quad \dots (16)$$

上記d11m1が、対象物の凹凸の高さまたは深さである。

次に、角度 $\theta_{11}$ 、 $\theta_{e2}$ は、ベクトルの内積  $\vec{a} \cdot \vec{b} = |\vec{a}| |\vec{b}| \cos \theta$  を用いて、次のように求められる。

$$\begin{aligned}
 \theta_{11} & = \cos^{-1} \{ (\vec{s11} \cdot \vec{s11}) \div (|\vec{s11}| |\vec{s11}|) \} \\
 & = \cos^{-1} [ \{ (X_{e1} - X_s) (X_{11} - X_s) + (Y_{e1} - Y_s) (Y_{11} - Y_s) + (Z_{e1} - Z_s) (Z_{11} - Z_s) \} \div \{ (X_{e1} - X_s)^2 + (Y_{e1} - Y_s)^2 + (Z_{e1} - Z_s)^2 \}^{1/2} \div \{ (X_{11} - X_s)^2 + (Y_{11} - Y_s)^2 + (Z_{11} - Z_s)^2 \}^{1/2} ] \quad \dots (17)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \theta_{e2} & = \cos^{-1} \{ (\vec{s11} \cdot \vec{s22}) \div (|\vec{s11}| |\vec{s22}|) \} \\
 & = \cos^{-1} [ \{ (X_{e1} - X_s) (X_{e2} - X_s) + (Y_{e1} - Y_s) (Y_{e2} - Y_s) + (Z_{e1} - Z_s) (Z_{e2} - Z_s) \} \div \{ (X_{e1} - X_s)^2 + (Y_{e1} - Y_s)^2 + (Z_{e1} - Z_s)^2 \}^{1/2} \div \{ (X_{e2} - X_s)^2 + (Y_{e2} - Y_s)^2 + (Z_{e2} - Z_s)^2 \}^{1/2} ] \quad \dots (18)
 \end{aligned}$$

以上のように求められた距離dse1, dse2, dsl1, d11m1及び角度 $\theta_{11}$ 、 $\theta_{e2}$ を用いて、点s, 点e1, 点e2, 点m1, 点11の位置関係を、第7図(a)に示すように表示する。

尚、第7図(b)に示すように、点s, 点e1 (または点e2)、点m1, 点11を、同一平面に投影した状態を表示しても良い。

このように本実施例では、3点の計測対象点s, e1, e2を用いて基準平面sqを設定して、この基準平面sqに対す

る高さまたは深さを求めるので、対象物の凹凸が内視鏡101に対してどの方向を向いていても、高さまたは深さを求めることができる。

尚、高さまたは深さを求めたい計測対象点mの指定は、複数個でも良く、第8図に示すように、複数の点m1, m2, ...を指定することにより、対象物における複数の点の高さまたは深さを求めることができる。この場合、平面sqに対して点m2から垂線を降ろし平面sqと交わる点



を点12とし、この点12を、点sから距離 $ds12$ 、直線 $se1$ に対する角度 $\theta 12$ の点とし、点 $m2$ を、点12から距離 $d12m2$ の点として表す。

また、第9図に示すように、高さを求めたい計測対象点 $m$ の指定は、平面 $sq$ よりも内視鏡101側に突出している部分に対して行っても良い。

次に、以上の原理を用いて対象物の凹凸の高さまたは深さを求める $height()$ について、第17図を用いて説明する。

このルーチンが開始すると、まず、S5-1で、高さ計測はすでにされているか否かを判断し、N0の場合は、そのままS5-4へ進み、YESの場合は、S5-2、S5-3を行った後、S5-4へ進む。前記S5-2では、左右各画面において、点 $s$ 、点 $e1$ 、点 $e2$ 、点 $m1$ カーソルを消す。次に、S5-3で、点 $s$ 、点 $e1$ 、点 $e2$ 、点 $m1$ を無指定状態に戻す。

前記S5-4では、 $points()$ というサブルーチンを行う。この $points$ は、点 $s$ を左右画面で指定し、その3次元座標を得るルーチンであり、結果は、 $(S\_Xs, S\_Ys, S\_Zs)$ に帰される。この $points$ は、第18図に示している。

次に、S5-5で、 $pointe1()$ というサブルーチンを行う。この $pointe1$ は、点 $e1$ を左右画面で指定し、その3次元座標を得るルーチンであり、結果は、 $(S\_Xe1, S\_Ye1, S\_Ze1)$ に帰される。

次に、S5-6で、 $pointe2()$ というサブルーチンを行う。この $pointe2$ は、点 $e2$ を左右画面で指定し、その3次元座標を得るルーチンであり、結果は、 $(S\_Xe2, S\_Ye2, S\_Ze2)$ に帰される。

このように、S5-4ないしS5-6では、高さまたは深さを求める基準となる平面 $sq$ を設定するために、3点 $s$ 、 $e1$ 、 $e2$ の3次元座標を求めている。

次に、S5-7で、 $pointm1()$ というサブルーチンを行う。この $pointm1$ は、点 $m1$ を左右画面で指定し、その3次元座標を得るルーチンであり、結果は、 $(S\_Xm1, S\_Ym1, S\_Zm1)$ に帰される。

このように、S5-7では、高さまたは深さを求めたい点 $m1$ の3次元座標を求めている。

次に、S5-8で、 $(Xe1-Xs)^2 + (Ye1-Ys)^2 + (Ze1-Zs)^2$ を求め、 $k11$ とする。

次に、S5-9で、 $(Xe1-Xs)(Xe2-Xs) + (Ye1-Ys)(Ye2-Ys) + (Ze1-Zs)(Ze2-Zs)$ を求め、 $k12$ とする。

次に、S5-10で、 $(Xe1-Xs)(Xm1-Xs) + (Ye1-Ys)(Ym1-Ys) + (Ze1-Zs)(Zm1-Zs)$ を求め、 $k13$ とする。

このように、S5-8ないしS5-10では、(7)、

(9)式に基づいて、媒介変数 $t, s$ を求めるための定数を計算している。

次に、S5-11で、 $(Xe2-Xs)(Xe1-Xs) + (Ye2-Ys)(Ye1-Ys) + (Ze2-Zs)(Ze1-Zs)$ を求め、 $k21$ とする。

次に、S5-12で、 $(Xe2-Xs)^2 + (Ye2-Ys)^2 + (Ze2-Zs)^2$ を求め、 $k22$ とする。

次に、S5-13で、 $(Xe2-Xs)(Xm1-Xs) + (Ye2-Ys)(Ym1-Ys) + (Ze2-Zs)(Zm1-Zs)$ を求め、 $k23$ とする。

このように、S5-11ないしS5-13では、(8)、(10)式に基づいて、媒介変数 $t, s$ を求めるための定数を計算している。

次に、S5-14で、 $(k13 \times k22 - k23 \times k12) / (k11 \times k22 - k21 \times k12)$ を求め、 $t$ とする。すなわち、(12)式に基づいて、媒介変数 $t$ を求めている。

次に、S5-15で、 $(k13 \times k21 - k23 \times k11) / (k21 \times k12 - k11 \times k22)$ を求め、 $s$ とする。すなわち、(11)式に基づいて、媒介変数 $s$ を求めている。

次に、S5-16で、 $t(Xe1-Xe) + s(Xe2-Xe) + Xs$ を求め、 $X11$ とする。

次に、S5-17で、 $t(Ye1-Ye) + s(Ye2-Ye) + Ys$ を求め、 $Y11$ とする。

次に、S5-18で、 $t(Ze1-Ze) + s(Ze2-Ze) + Zs$ を求め、 $Z11$ とする。

このように、S5-16ないしS5-18では、(1)、

(2)、(3)式に基づいて、点 $m1$ より平面 $sq$ に降ろした垂線と平面 $sq$ との交点(点11)の3次元座標 $(X11, Y11, Z11)$ を求めている。

次に、S5-19で、(17)式に基づいて、 $\theta 11$ を求め、S5-20で、(18)式に基づいて、 $\theta e2$ を求める。

次に、S5-21で、(13)式に基づいて、 $dse1$ を求め、S5-22で、(14)式に基づいて、 $dse2$ を求め、S5-23で、(15)式に基づいて、 $ds11$ を求め、S5-24で、(16)式に基づいて、 $d11m1$ を求める。この $d11m1$ が、対象物の凹凸の高さまたは深さである。

次に、S5-25で、 $\theta 11, \theta e2, dse1, dse2, ds11, d11m1$ を用いて、点 $s$ 、点 $e1$ 、点 $e2$ 、点 $m1$ 、点11の位置関係を、第7図(a)または(b)に示すように表示し、終了する。この表示用のモニタは、左右のモニタ130L、130R、CRT127のいずれでも良い。

この $height$ が、第1図における高さ演算手段175を実現する。

また、この $height$ 中のS5-4、S5-5、S5-6、S5-7が、それぞれ、第1図における対象点位置記憶手段171、172、173、174を実現する共に、位置記憶先切換手段162を実現する。

次に、前記 $points()$ について、第18図を用いて説明する。

このルーチンが開始すると、まず、S6-1で、 $Rmovecur()$ というサブルーチンを行う。この $Rmovecur$ は、右画面での点指定を行うルーチンであり、その指定点の $x, y$ 座標を、 $(S\_Rxs, S\_Rys)$ に得る。この $Rmovecur$ は第22図に示している。

次に、S6-2で、右画面において、点 $s$ カーソルを

(S\_Rxs, S\_Rys) の位置に書く。

次に、S6-3で、Lmovecur () というサブルーチンを行う。このLmovecurは、左画面での点指定を行うルーチンであり、その指定点のx,y座標を、(S\_Lxs, S\_Lys) に得る。

次に、S6-4で、左画面において、点sカーソルを(S\_Lxs, S\_Lys) の位置に書く。

次に、S6-5で、左右各画面での指定点のx,y座標 (S\_Rxs, S\_Rys, S\_Lxs, S\_Lys) を引数として、3dpoint () というサブルーチンを行う。この3dpointは、左右各画面での指定点を基に、2つの指定点に対応する計測対象点(点s)の3次元座標の計算を行うルーチンであり、結果は、(S\_Xs, S\_Ys, S\_Zs) に帰される。この3dpoint () は第21図に示している。

次に、S6-6で、(S\_Xs, S\_Ys, S\_Zs) を親ルーチンへの戻り値として終了する。

尚、pointel (), pointe2 (), pointml () は、前記points () と略同様である。ただし、点sに関する記述は、それぞれ、点e1, 点e2, 点mlの記述になる。

次に、loadpoint () について、第19図を用いて説明する。

このルーチンが開始すると、まず、S7-1で、点1の指定点は記録されているか否かを判断する。NOの場合は、終了する。YESの場合は、S7-2で、右画面での点1の指定点を対象点位置情報ファイル181から(S\_Rx1, S\_Ry1)へ復帰させる。

次に、S7-3で、左画面での点1の指定点を対象点位置情報ファイル181から(S\_Lx1, S\_Ly1)へ復帰させる。

次に、S7-4で、右画面において、点1カーソルを(S\_Rx1, S\_Ry1)の位置に書き、S7-5で、左画面において、点1カーソルを(S\_Lx1, S\_Ly1)の位置に書く。

次に、S7-6で、左右各画面での指定点のx,y座標 (S\_Rx1, S\_Ry1, S\_Lx1, S\_Ly1) を引数として、3dpoint () というサブルーチンを行い終了する。前記3dpointでは、2つの指定点に対応する計測対象点(点1)の3次元座標の計算を行い、結果は、(S\_X1, S\_Y1, S\_Z1) に帰される。

次に、savepoint () について、第20図を用いて説明する。

このルーチンが開始すると、まず、S8-1で、点1は指定されているか否かを判断する。NOの場合は、終了する。YESの場合は、S8-2で、右画面での点1の指定点 (S\_Rx1, S\_Ry1) を、対象点位置情報ファイル181へ記録する。

次に、S8-3で、左画面での点1の指定点 (S\_Lx1, S\_Ly1) を、対象点位置情報ファイル181へ記録し、終了する。

次に、前記3dpoint () の説明の前に、第10図及び第11図を参照して、計測対象点の3次元座標の求め方の原理を説明する。

右撮像素子上の指定点のxy座標を (cRx, cRy)、左撮像素子上の指定点のxy座標を (cLx, cLy)、計測対象点の3次元座標を (X, Y, Z) とする。

まず、計測対象点の右眼中心3次元座標は、媒介変数tを用いて、空間的な位置関係(相似)より、

$$X' = t \times cRx$$

$$Y' = t \times cRy$$

$$Z' = t \times F$$

と表される。尚、媒介変数tは、空間的な位置関係(相似)より、

$$t = D / (cLx - cRx)$$

となる。

前記右眼中心3次元座標を、スコープ中心3次元座標に変換すると、

$$X = X' + D/2 = t \times cRx + D/2$$

$$Y = Y' = t \times cRy$$

$$Z = Z' = t \times F$$

となる。尚、前記スコープ中心3次元座標とは、左右の結像手段の各中心の中間の点を原点とした3次元座標である。

また、2つの計測対象点指定された場合、この2点の3次元座標から2点間の距離が求められる。すなわち、2点の3次元座標を (X<sub>1</sub>, Y<sub>1</sub>, Z<sub>1</sub>)、(X<sub>2</sub>, Y<sub>2</sub>, Z<sub>2</sub>) とすると、2点間の距離dは、次の式で与えられる。

$$d = [(X_1 - X_2)^2 + (Y_1 - Y_2)^2 + (Z_1 - Z_2)^2]^{1/2}$$

ところで、指定点は、左右各画面上の位置で指定されるので、上記演算を行うためには、画面上の位置を撮像素子上の位置に変換する必要がある。

そこで、第11図を用いて、画面上の位置と撮像素子上の位置との変換について説明する。

第11図(a), (b)に示すように、左右各画面のxy座標の原点を画面左上とすると共に、左右各画面において内視鏡像が表示される部分のx方向の画素数をRSX, y方向の画素数をRSYとし、左画面において内視鏡像が表示される部分の最左端の画素のx座標をSXL, 最上端の画素のy座標をSYLとし、右画面において内視鏡像が表示される部分の最左端の画素のx座標をSXR, 最上端の画素のy座標をSYRとする。

また、第11図(c), (d)に示すように、左右各撮像素子のxy座標の原点を撮像素子の中心とすると共に、各撮像素子のx方向の長さをSIZEX, y方向の長さをSIZEYとする。

また、左画面での指定点のxy座標を (Lx, Ly)、右画面での指定点のxy座標を (Rx, Ry)、左撮像素子での指定点のxy座標を (cLx, cLy)、右撮像素子での指定点のxy座標を (cRx, cRy) とする。

(Lx, Ly) と (cLx, cLy) の関係は、次の式で表される。

$$cLx = \{Lx - (RSX/2 + SXL)\}$$

×SIZEX/RSX

$cLy = -1 \times \{Ly - (RSY/2 + SYL)\}$

×SIZEY/RSY

同様に、 $(Rx, Ry)$  と  $(cRx, cRy)$  の関係は、次の式で表される。

$cRx = \{Rx - (RSX/2 + SXR)\}$

×SIZEX/RSX

$cRy = -1 \times \{Ry - (RSY/2 + SYR)\}$

×SIZEY/RSY

以上のような座標変換と、3次元座標の求め方の原理を用いた前記3dpoint()について、第21図を用いて説明する。

このルーチンでは、親ルーチン(point1やpoints等)から引き渡された右画面の指定点のxy座標  $(Rx, Ry)$  及び左画面の指定点のxy座標  $(Lx, Ly)$  を引数とする。

このルーチンが開始すると、まず、S9-1で、 $\{Rx - (RSX/2 + SXR)\} \times SIZEX/RSX$  を演算し、これを右指定点の撮像素子上のx座標cRxとする。

次に、S9-2で、 $-1 \times \{Ry - (RSY/2 + SYR)\} \times SIZEY/RSY$  を演算し、これを右指定点の撮像素子上のy座標cRyとする。

次に、S9-3で、 $\{Lx - (RSX/2 + SXL)\} \times SIZEX/RSX$  を演算し、これを左指定点の撮像素子上のx座標cLxとする。

次に、S9-4で、 $-1 \times \{Ly - (RSY/2 + SYL)\} \times SIZEY/RSY$  を演算し、これを左指定点の撮像素子上のy座標cLyとする。

すなわち、前記S9-1ないしS9-4では、前記変換式に基づいて、画面上の位置を撮像素子上の位置に変換している。

次に、S9-5で、 $cRx \neq cLx$  を判断する。NOの場合、すなわち、 $cRx = cLx$  の場合は、計測対象点が無限遠の場合であり、この場合は、終了する。一方、YESの場合は、S9-6で、 $D/(cLx - cRx)$  を演算し、媒介変数tとする。次に、S9-7で、 $t \times cRx + D/2$  をXとし、 $t \times cRy$  をYとし、 $t \times F$  をZとして、計測対象点の3次元座標を求める。

次にS9-8で、前記3次元座標  $(X, Y, Z)$  を親ルーチンへの戻り値として、終了する。

尚、この3dpointが、第1図における対象点位置算出手段161を実現する。

次に、第22図を用いて前記Rmovecur()を説明する。

このルーチンが開始すると、まず、S10-1で、対象画面を右画面に指定する。

次に、S10-2で、旧動カーソルがあるか否か判断し、NOの場合は、そのままS10-5へ進み、YESの場合は、S10-3及びS10-4を行った後、S10-5へ進む。前記S10-2でYESの場合は、S10-3で、旧動カーソルを消し、次に、S10-4で、新動カーソルの位置を旧動カーソルの位置に代入する。前記S10-5では、カーソ

ル操作手段としてのマウス145の位置情報から、新動カーソルの位置を得る。次に、S10-6で、新動カーソルを書き込む。

このように、S10-2ないしS10-6では、動カーソルに関し、消去、書き込みを行って、動カーソルを移動させている。

次に、S10-7で、指定スイッチであるマウス145のクリック1が入ったか否かを判断し、NOの場合は、そのままS10-13へ進み、YESの場合は、次のS10-8ないしS10-12を行った後、S10-13へ進む。前記S10-7でYESの場合は、まず、S10-8で、旧指定カーソルがあるか否かを判断し、NOの場合は、そのままS10-11へ進み、YESの場合は、S10-9及びS10-10を行った後、S10-11へ進む。前記S10-8でYESの場合は、S10-9で、旧指定カーソルを消し、次に、S10-10で、新指定カーソルの位置を旧指定カーソルの位置に代入する。前記S10-11では、新動カーソルの位置を新指定カーソルの位置へ代入する。次に、S10-12で、新指定カーソルを書き込む。

このように、S10-7ないしS10-12では、クリック1が入った場合に、動カーソルの位置を指定カーソルとする。

次に、S10-13で、新指定カーソルがあり、確定スイッチであるマウス145のクリック2が入ったか否かを判断し、NOの場合は、前記S10-2へ戻り、YESの場合は、S10-14へ進む。前記S10-13でNOの場合にS10-2へ戻ることにより、点指定を繰り返すことができるようになっている。前記S10-14では、新動カーソルを消し、次に、S10-15で新指定カーソルを消す。次に、S10-16で、新指定カーソルの位置をカーソルの確定位置として、親ルーチンへの戻り値とし、終了する。すなわち、得たx,y座標を親ルーチン(point1やpoints等)へ戻す。

このように、Rmovecurでは、右画面での点指定を行う。

尚、Lmovecur()は、図示しないが、前記Rmovecur()と基本的に同じものであり、右画面ではなく左画面に対して処理を行うものである。

ここで、右画面における点の指定と左画面における点の指定を、第1図及び第4図と関連づけて説明する。カーソル操作手段であるマウス145は、切換手段150を実現するRmovecurによって、右画面用のカーソル表示手段151R(これもRmovecurによって実現される)に動作的に連結され、このとき初めて、右画面に点指定のためのカーソルが表示される。右画面での点指定を確定すると、右画面から点指定のためのカーソルが消去される。次いで、前記マウス145は、前記カーソル表示手段151L(これもLmovecurによって実現される)に動作的に連結され、このとき

初めて、左画面に点指定のためのカーソルが表示される。左画面での点指定を確定すると、左画面から点指定のためのカーソルが消去される。

第1図における切換手段150は、Rmovecurの1ステップ目の「対象画面を右画面に指定する。」(Lmovecurも同様である。)が対応する。この動作を、第4図で説明する。マウスインターフェース125からのマウス位置情報は、CPU121へ常時取り込まれていて、前記ステップ「右画面に指定」により、CPU121は、このマウス位置情報を右フレームメモリインタフェース122Rを介して、右画像用フレームメモリ112Rに送り、カーソルを制御する。そして、右画像用フレームメモリ112Rで、カーソルが画像と重畳される。

Lmovecurにも同様に、1ステップ目に、「対象画面を左画面に指定する。」ステップがあり、このLmovecurに入ると、マウス145の位置情報は、左フレームメモリインタフェース122Lへ送られる。

このように、1つのマウス145がCPU121のフローにより、右画面上でのカーソル移動を行わせたり、左画面上でのカーソル移動を行わせたり、切り換えられる。つまり、CPU121は、マウス145を右画像用フレームメモリ112Rと左画像用フレームメモリ112Lとに選択的に動作の連結を行う機能を備えている。そして、この切換は、以下の条件で行われる。

まず、Rmovecurの1ステップ目で、マウス145は、右画面用フレームメモリ112Rに連結され、S10-13の「新指定カーソルがあり、クリック2が入ったか?」の判断ステップでクリック2を確認するまで、S10-2ないしS10-13のループを回る。そして、クリック2が入ると、Rmovecurを終了し、点1カーソルを(S<sub>Rx1</sub>, R<sub>Ry1</sub>)の位置に書き(Point1の場合)、Lguideを行った後、(S<sub>Lx1</sub>, S<sub>Ly1</sub>) ← Lmovecurを行う。そして、このLmovecurの1ステップ目で、マウス145は、左画像用フレームメモリ112Lに連結されることとなる。

このように、マウス145が動作的に連結される画像は、クリック2が入ったことにより切り換えられる。

次に、前記Lguide()の説明の前に、第12図を参照して、案内線の求め方の原理を説明する。尚、案内線とは、一方の画面上で対象点を指定した場合、他の画面上においてその対象点があるべき位置を示す線である。

右撮像素子上の指定点のxy座標を(cRx, cRy)とすると、計測対象点の3次元座標は、空間的な位置関係(相似)より、tを媒介変数として、右眼中心3次元座標で表すと、

$$(t \times cRx, t \times cRy, t \times F)$$

となる。ただし、Fは対物レンズ系の焦点距離である。また、右眼中心3次元座標とは、右結像手段の中心を原点とした3次元座標である。また、3次元座標のx方向は左右両結像手段の中心を通る方向とし、z方向は内視鏡の先端面に垂直な方向とし、y方向はx方向とy方向

のいずれとも直交する方向とする。

前記計測対象点の3次元座標を、左眼中心3次元座標で表すと、

$$(t \times cRx + D, t \times cRy, t \times F)$$

となる。ただし、Dは視差である。

この座標を、左撮像素子上のxy座標で表すためにtで割ると、

$$(cRx + D/t, cRy)$$

となる。左画面に表示される案内線の最左端は、計測対象点が無限遠のときの位置なので、 $t \rightarrow \infty$ とすると、案内線の最左端のx, y座標(cLx, cLy)は、

$$(cLx, cLy) = (cRx, cRy)$$

となる。また、計測対象点が近づくにつれ、左撮像素子上でのx座標は大きくなるが、y座標は変化しないので、案内線は、前記(cLx, cLy) = (cRx, cRy)から、左撮像素子の最右端までの、y座標が一定の直線となる。

尚、以上の説明は、内視鏡の対物レンズ系の持つ歪曲収差を無視した場合であり、このように歪曲収差の補正を行わない場合には、案内線の最左端は、撮像素子上のxy座標ではなく、画面上のxy座標を用いて計算することができる。左画面の案内線の案内線の最左端のxy座標は、右画面の指定点のxy座標に等しい。すなわち、右画面上での指定点のxy座標を(Rx, Ry)とすると、左画面上の案内線の最左端のxy座標(dLx, dLy)は、

$$(dLx, dLy) = (Rx, Ry)$$

となる。

以上の原理を用いて案内線を引くLguide()について、第23図を用いて説明する。

このルーチンでは、親ルーチン(point1)から引き渡された右画面の指定点のxy座標(dLx, dLy)を引数とする。

このルーチンが開始すると、まず、S11-1で、点(dLx, dLy)を左画面に書き込む。

次に、S11-2で、dLxを1だけ増加する。

次に、S11-3で、dLx ≤ (RSX + SXL)を判断する。

尚、第11図(a)に示すように、前記RSXは左画面において内視鏡像が表示される部分のx方向の画素数、SXLは左画面において内視鏡像が表示される部分の最左端の画素のx座標である。すなわち、S11-3では、dLxが最右端に達していないかを判断する。達していない(YES)場合は、前記S11-1に戻り最右端に達した場合(N)は、終了する。

このようにして、右画面での指定点と同じ座標の点から画面の最右端まで案内線が引かれる。

尚、このLguideが、第1図における案内線表示手段177を実現する。

以上説明したように、本実施例によれば、対象物において、複数の計測対象点を特定すると、この複数の計測対象点の3次元的位置が演算され、この3次元的位置に基づいて、対象物の凹凸の高さまたは深さが演算さ

れるので、対象物の凹凸を客観的に認識できるという効果がある。

尚、本実施例では、点1の指定の際にのみ、案内線を表示するようにしているが、高さ計測のための点s, e1, e2, m1の指定の際にも案内線を表示させるようにしても良い。

また、高さ計測のための点s, e1, e2, m1の指定位置も対象点位置情報ファイル181に記録できるようにしても良い。

尚、本発明は、上記実施例に限定されず、例えば、各対象点を示すカーソルは、色で区別しても良いし、形状で区別しても良い。

また、対象点の指定は、左右画面のどちらが先でも良い。

また、撮像手段は、内視鏡の挿入部先端部に複数設けたものに限らず、挿入部内に、例えばファイババンドルよりなる複数の像伝達手段を設け、この像伝達手段の後端に、複数の撮像手段を設けても良い。また、挿入部の先端部に、1つの撮像手段とを設け、これを移動することにより、視差を有する複数の画像を撮像するようにしても良い。

また、左右各画像を1つのモニタの左右に、あるいは交互に表示するようにしても良い。

#### 【発明の効果】

以上説明したように本発明によれば、指定された基準面及び計測対象点の3次元的位置に基づいて、計測対象点から基準面までの距離が演算されるので、対象物の凹凸を客観的に認識できるという効果がある。

#### 【図面の簡単な説明】

第1図ないし第23図は本発明の一実施例に係り、第1図は本実施例の概略の構成を示すブロック図、第2図は内視鏡の挿入部先端部の説明図、第3図は計測用内視鏡装置の構成を示すブロック図、第4図はホストコンピュータの構成を示すブロック図、第5図は画像ファイルの構成を示すブロック図、第6図は高さの求め方を示す原理説明図、第7図(a)及び(b)は対象物における点の位置表示を説明するための説明図、第8図は複数の点の高さを求める場合の説明図、第9図は突出した部分の高さを求める場合の説明図、第10図は3次元座標の求め方を示す原理説明図、第11図は画面上の位置と撮像素子上の位置との変換を説明するための説明図、第12図は案内線の求め方を示す原理説明図、第13図ないし第23図は本実施例の動作を説明するためのフローチャートである。

101……ステレオ式ビデオイメージエンドスコープ

102……挿入部

104R, 104L……撮像手段

110R, 110L……ビデオプロセッサ

112R, 112L……フレームメモリ

120……ホストコンピュータ

130R, 130L……モニタ

140……画像ファイル

145……マウス、150……切換手段

151R, 151L……カーソル表示手段

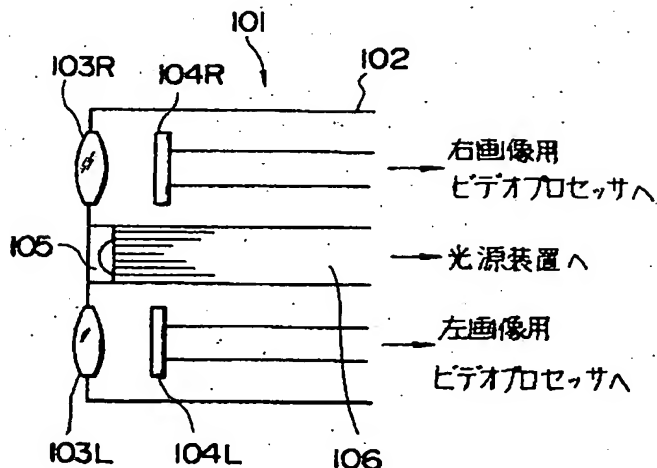
161……対象点位置算出手段

162……位置記憶先切換手段

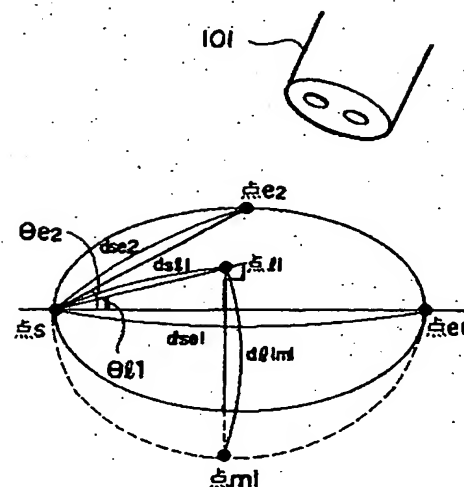
171～174……対象点位置記憶手段

175……高さ演算手段

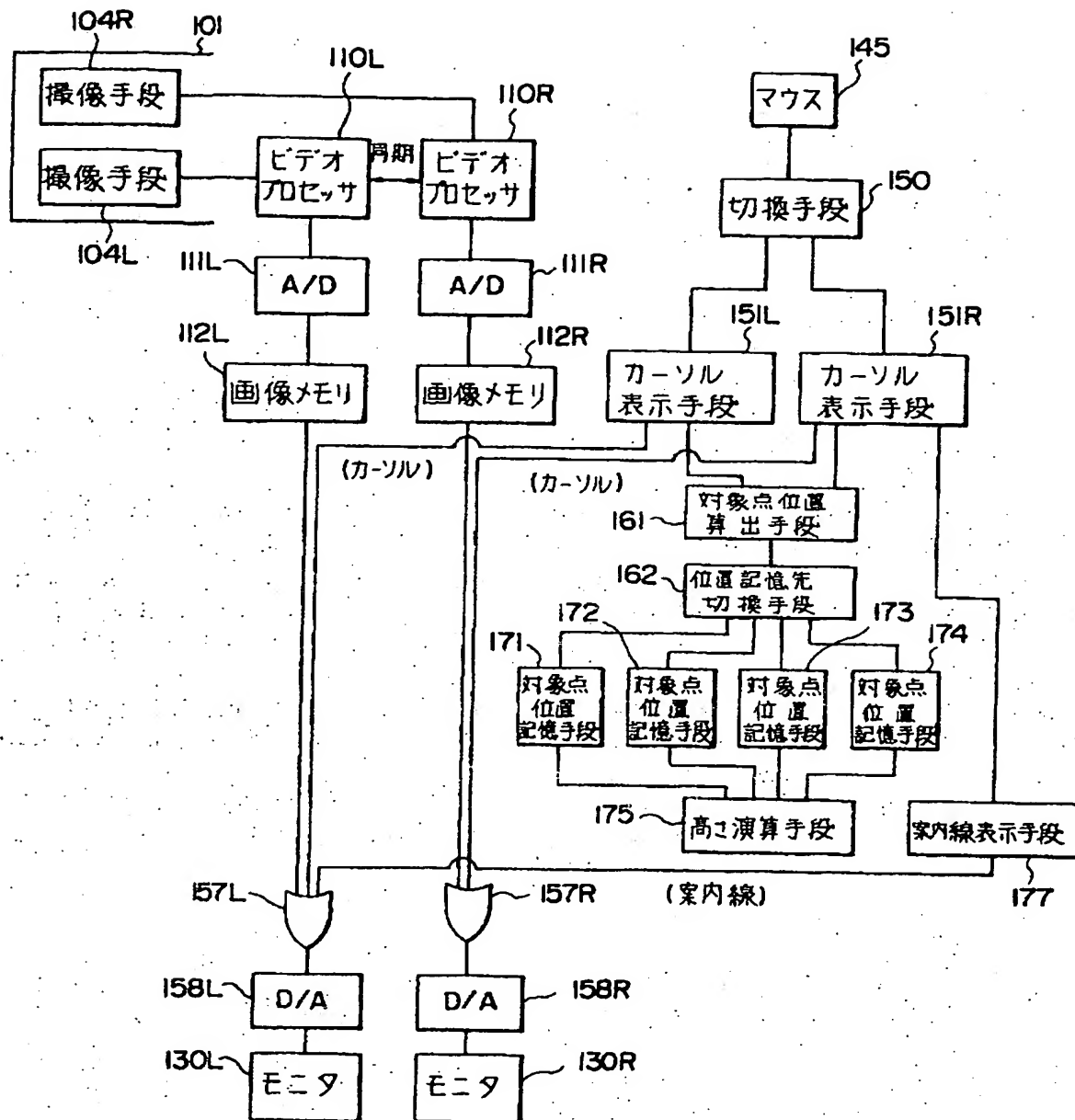
【第2図】



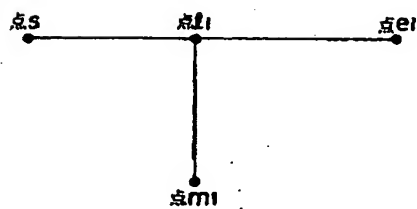
【第7図(a)】



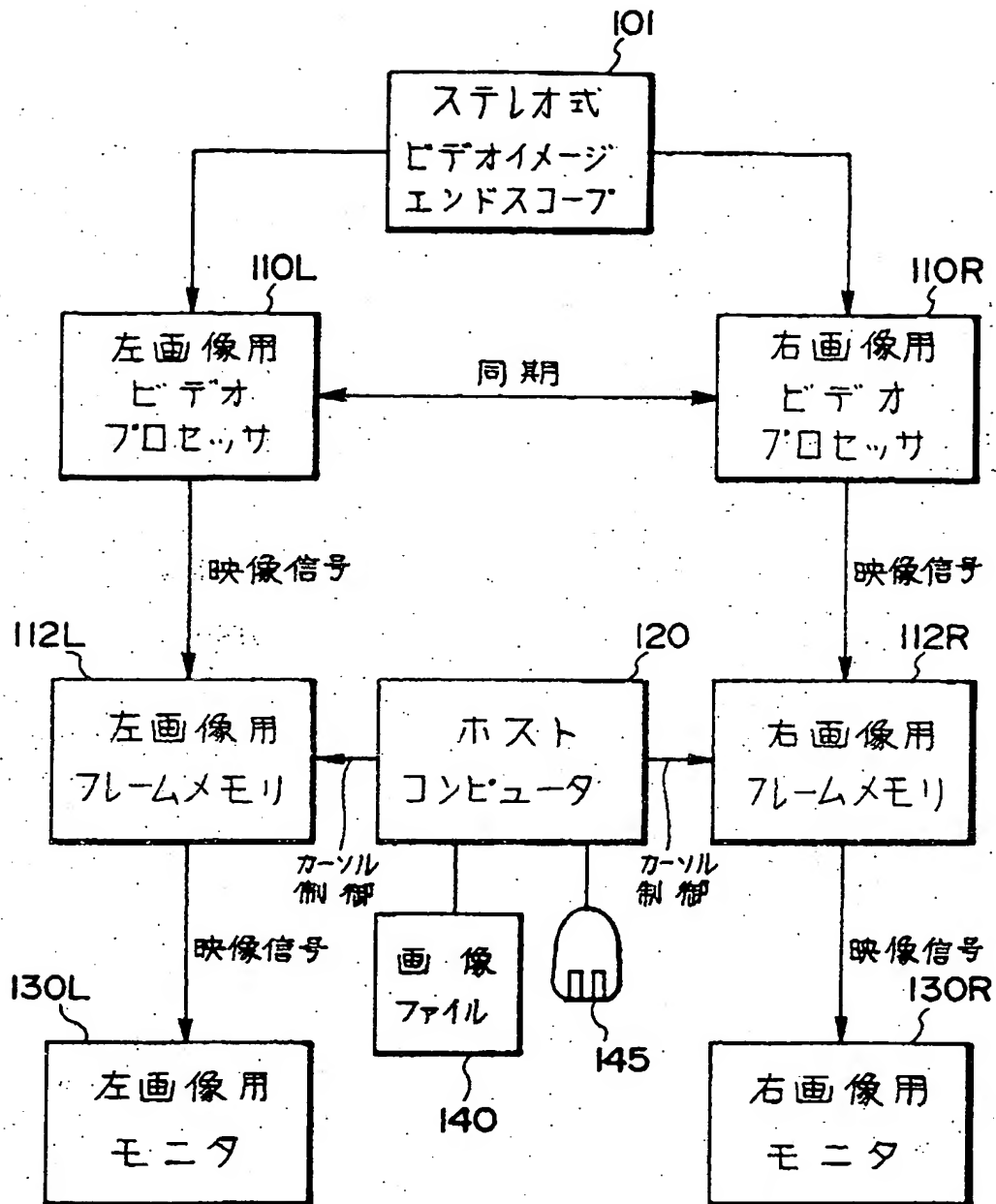
【第1図】



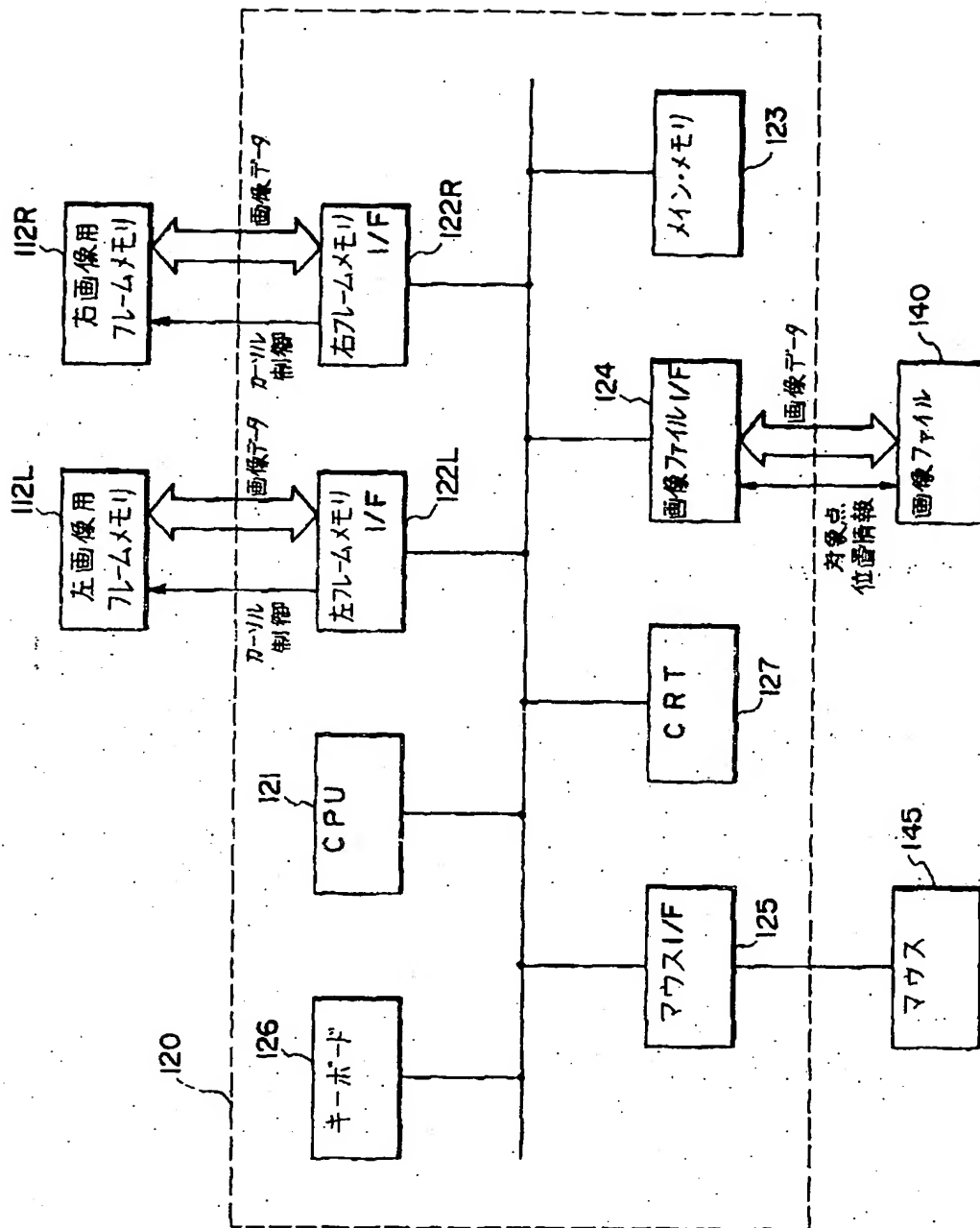
【第7図 (b)】



【第3図】

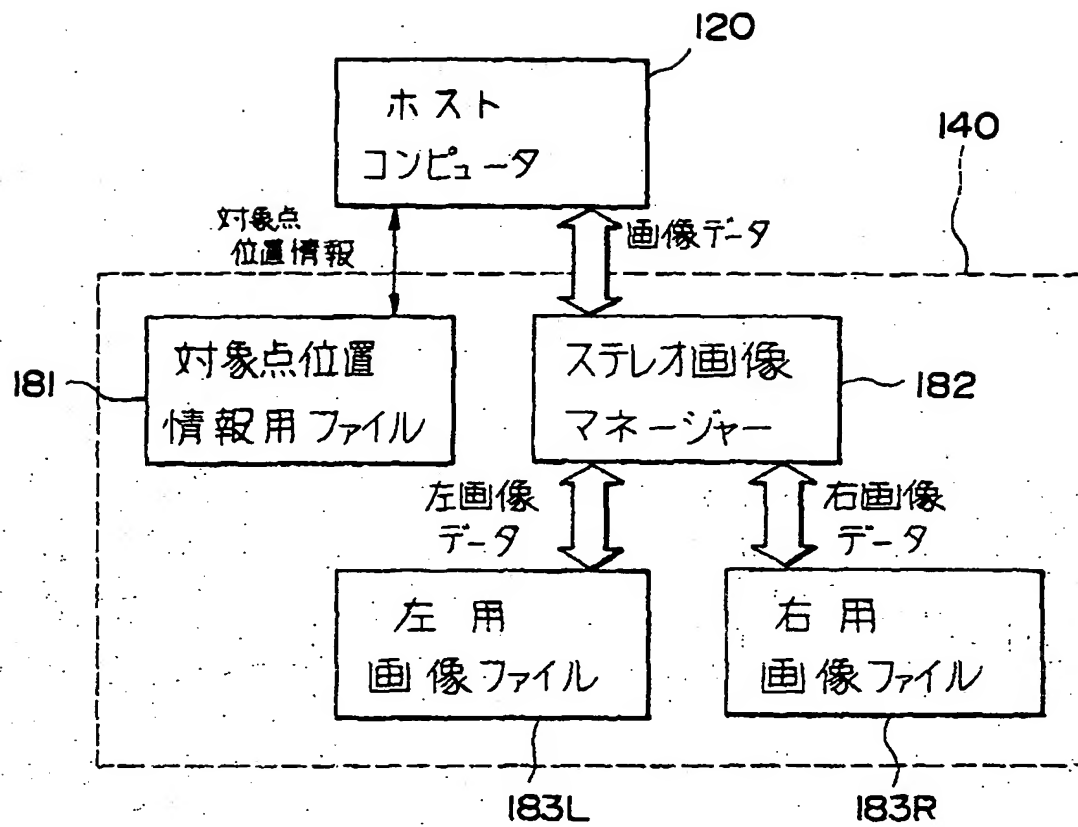


【第4図】

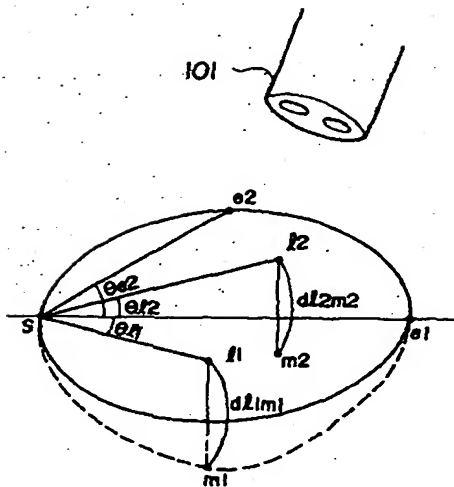




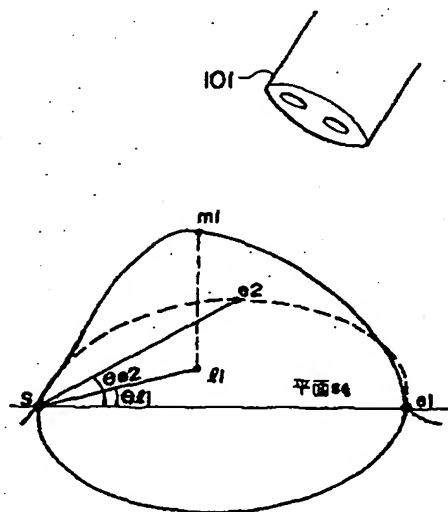
【第5図】



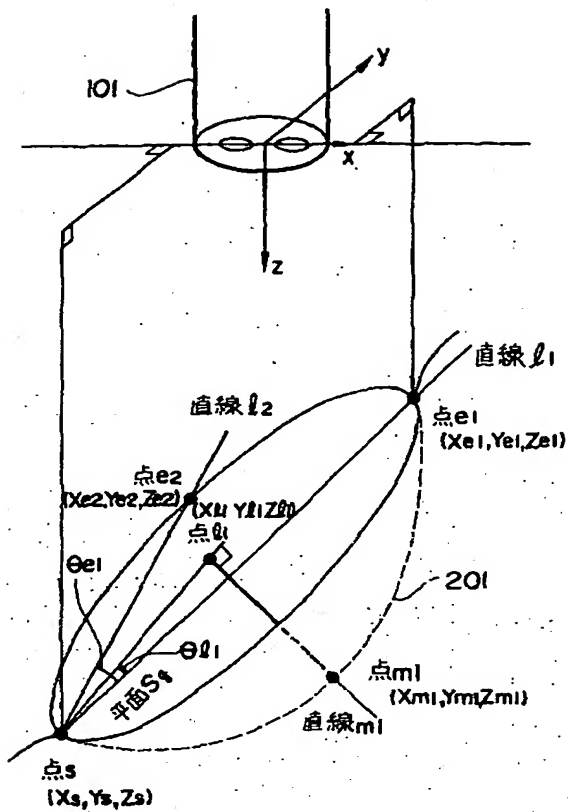
【第8図】



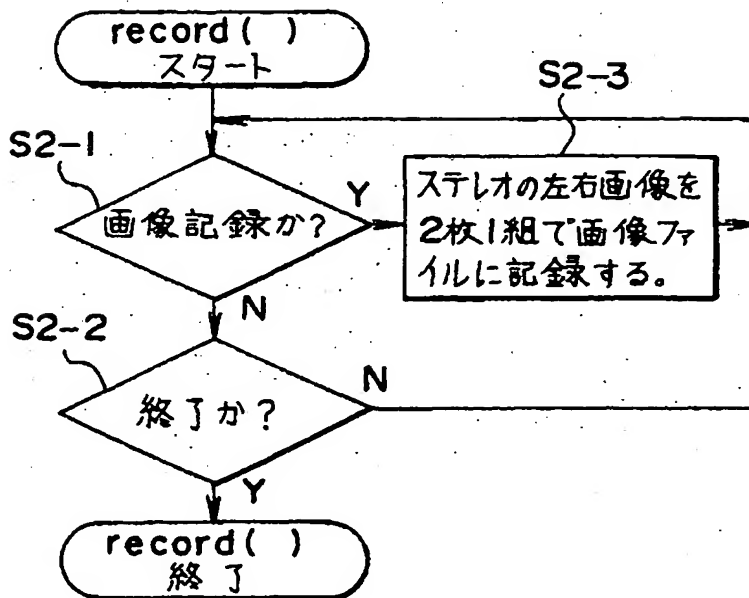
【第9図】



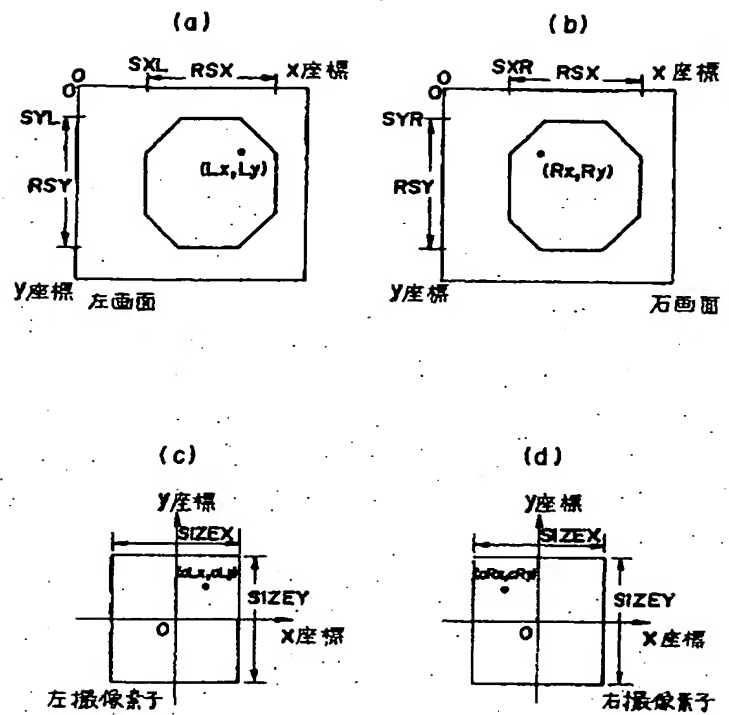
【第6図】



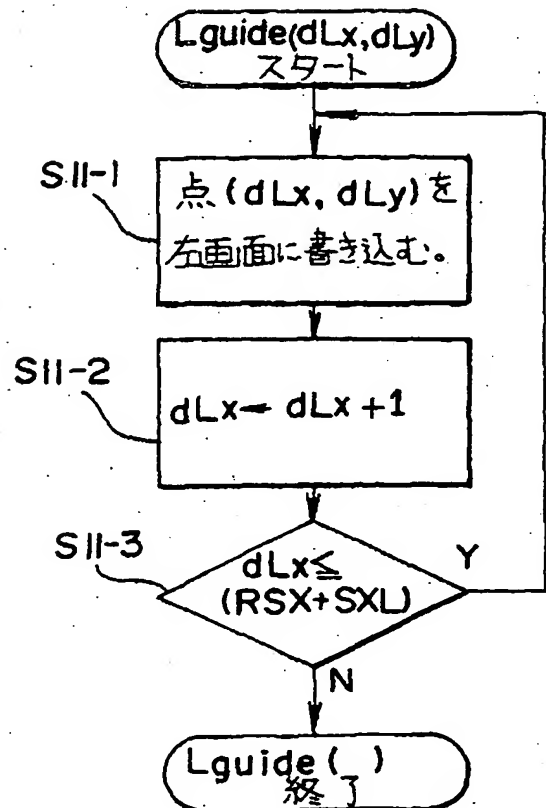
【第14図】



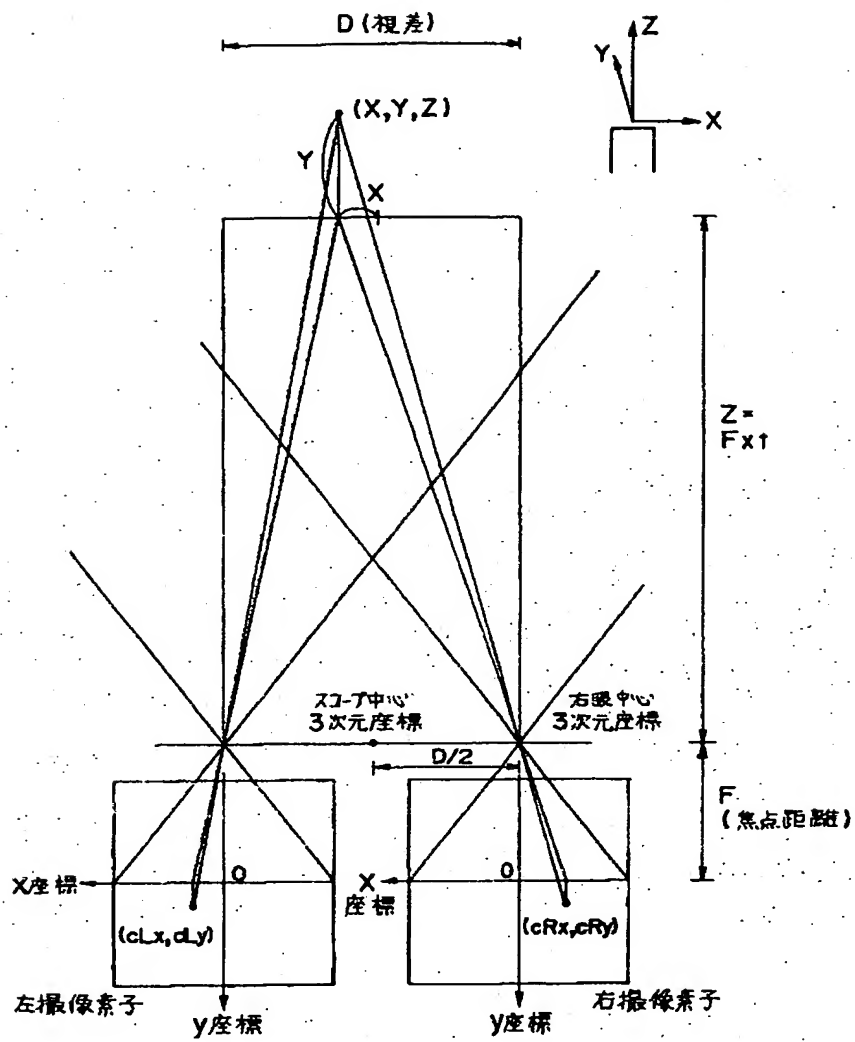
【第11図】



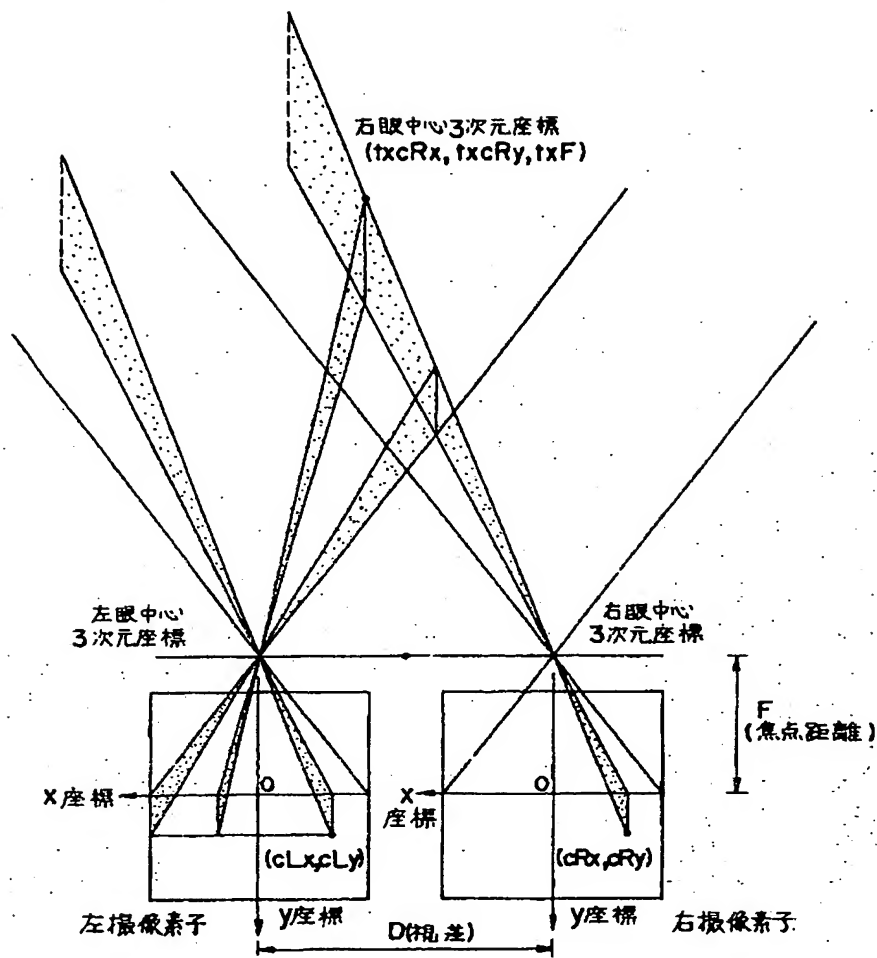
【第23図】



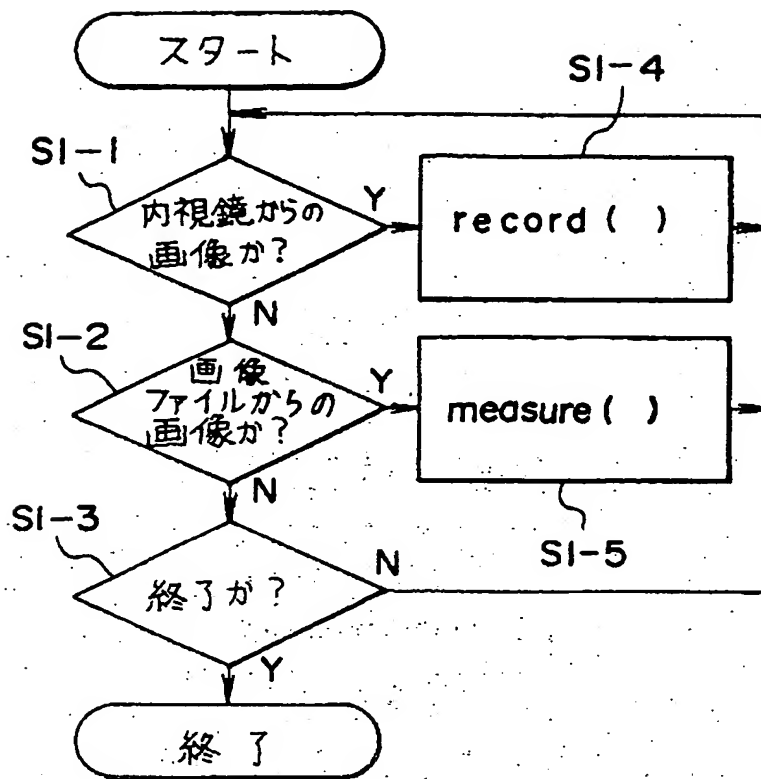
【第10図】



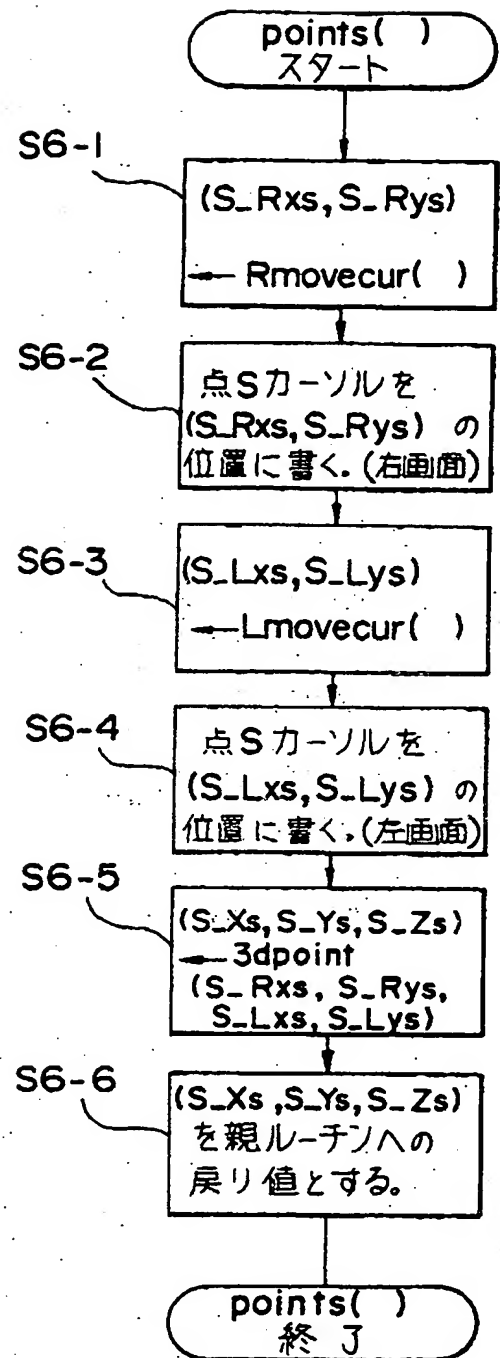
【第12図】



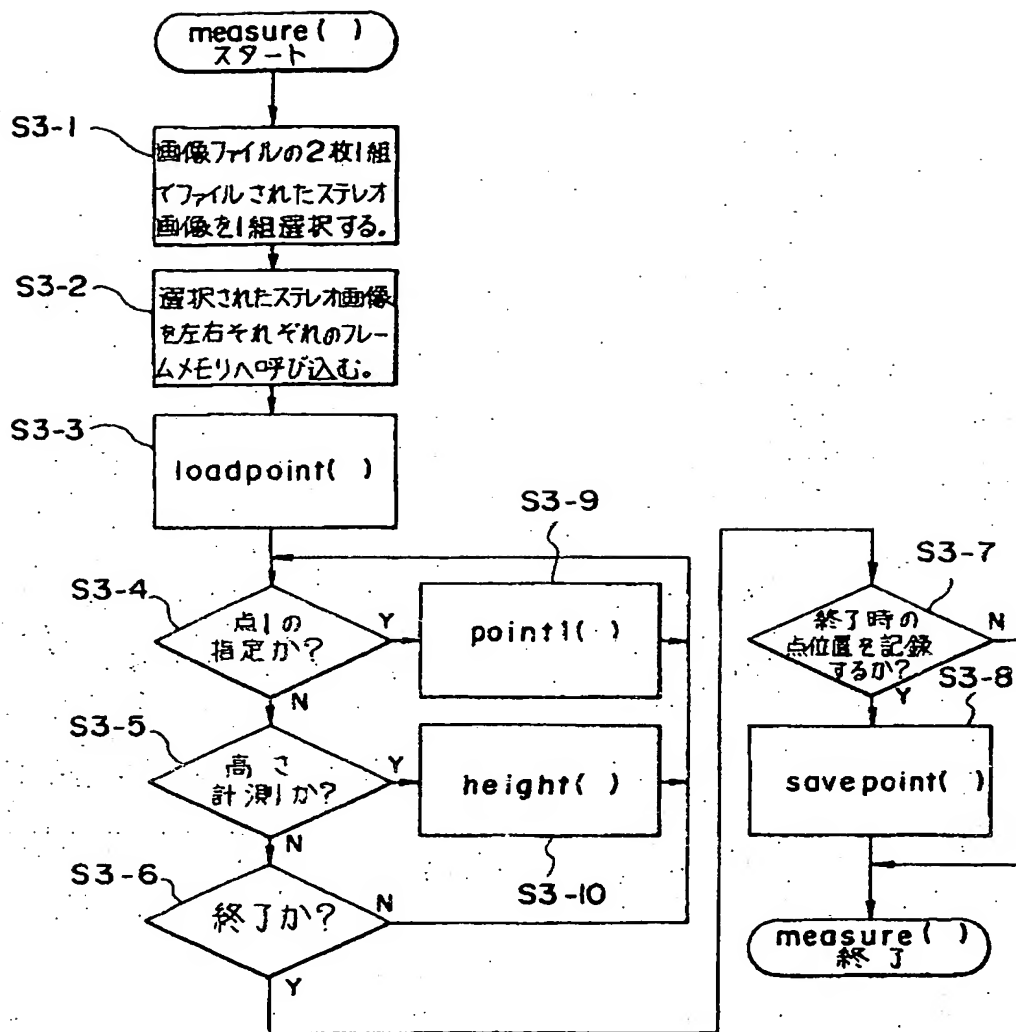
【第13図】



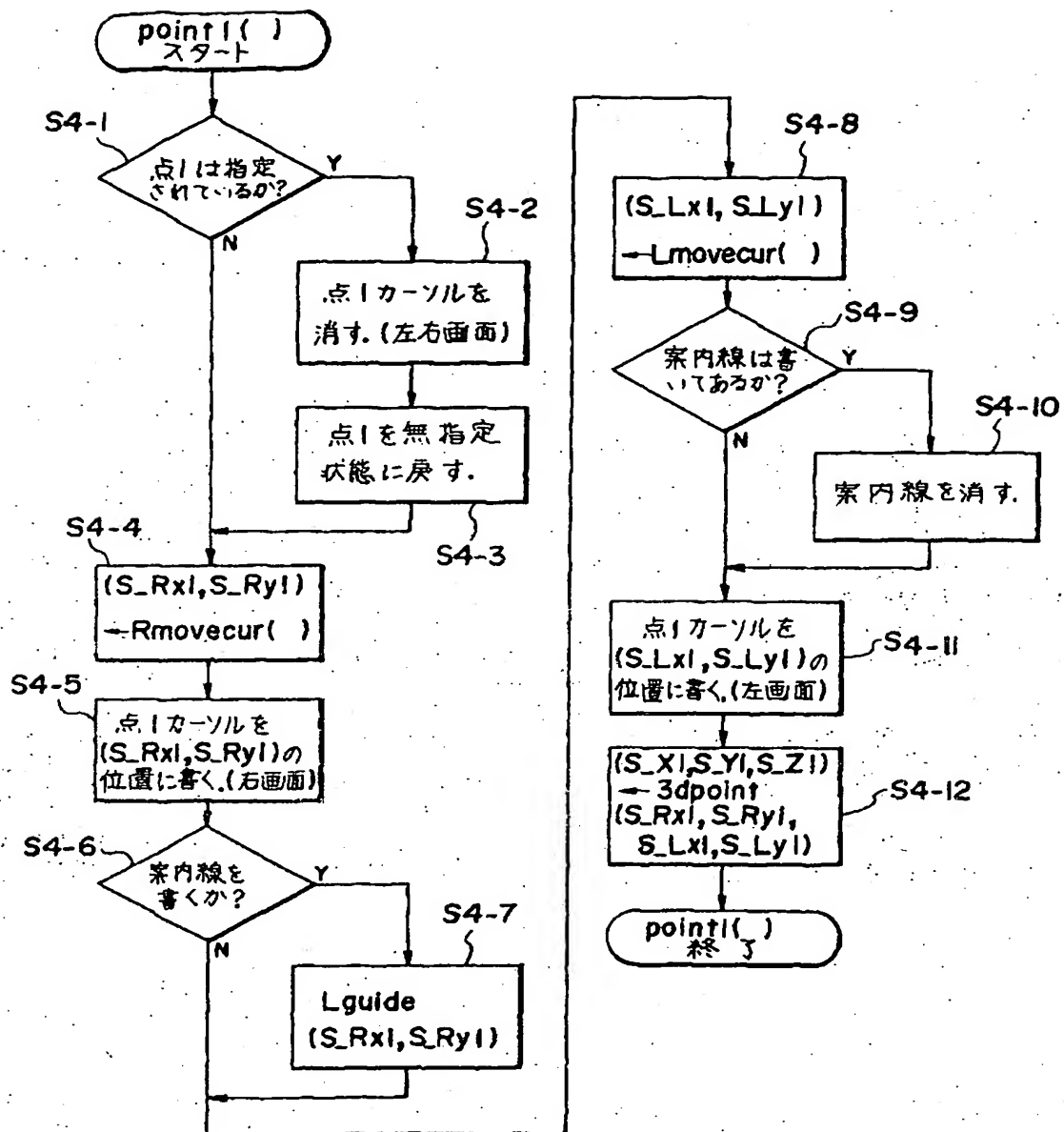
【第18図】



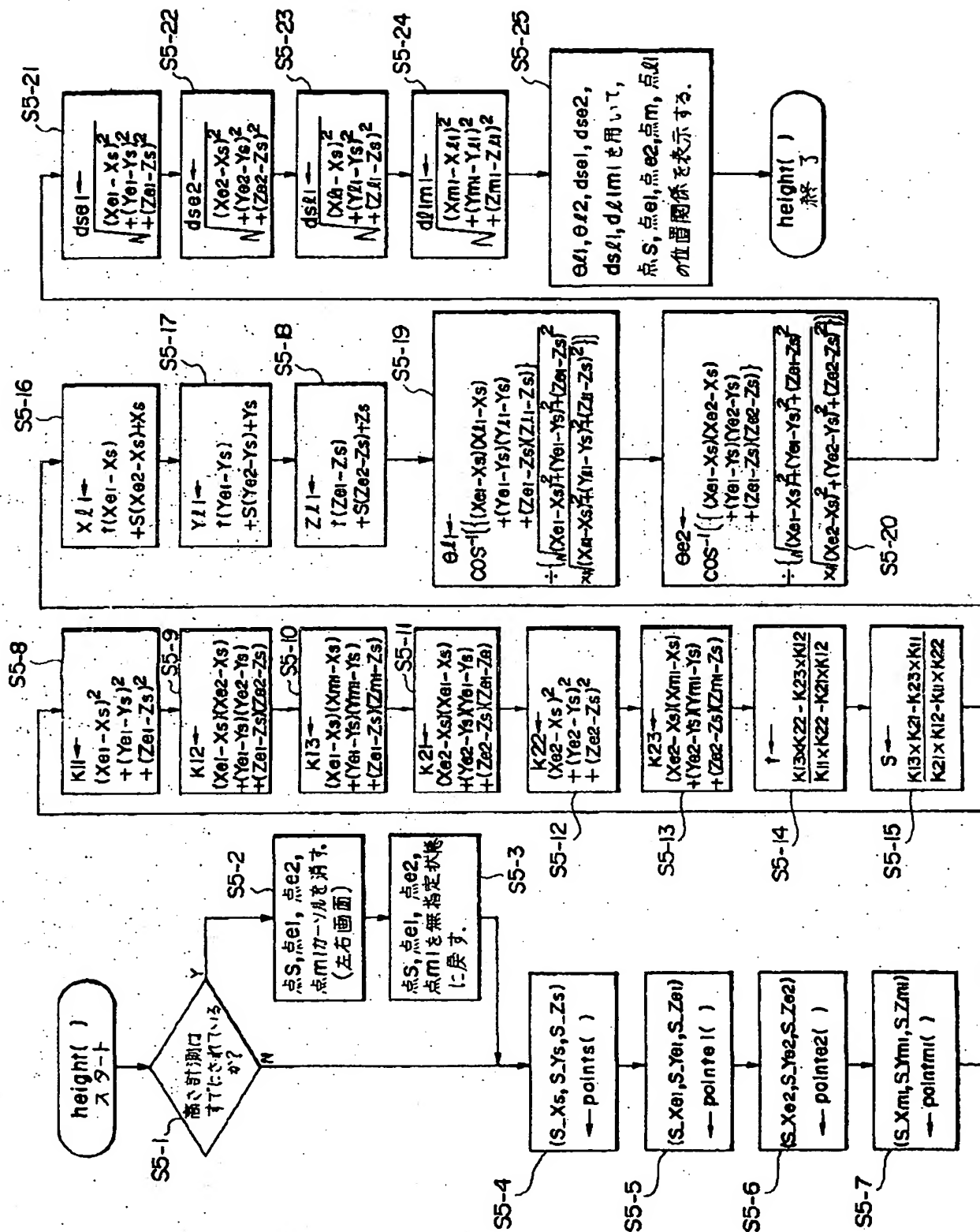
【第15図】



【第16図】

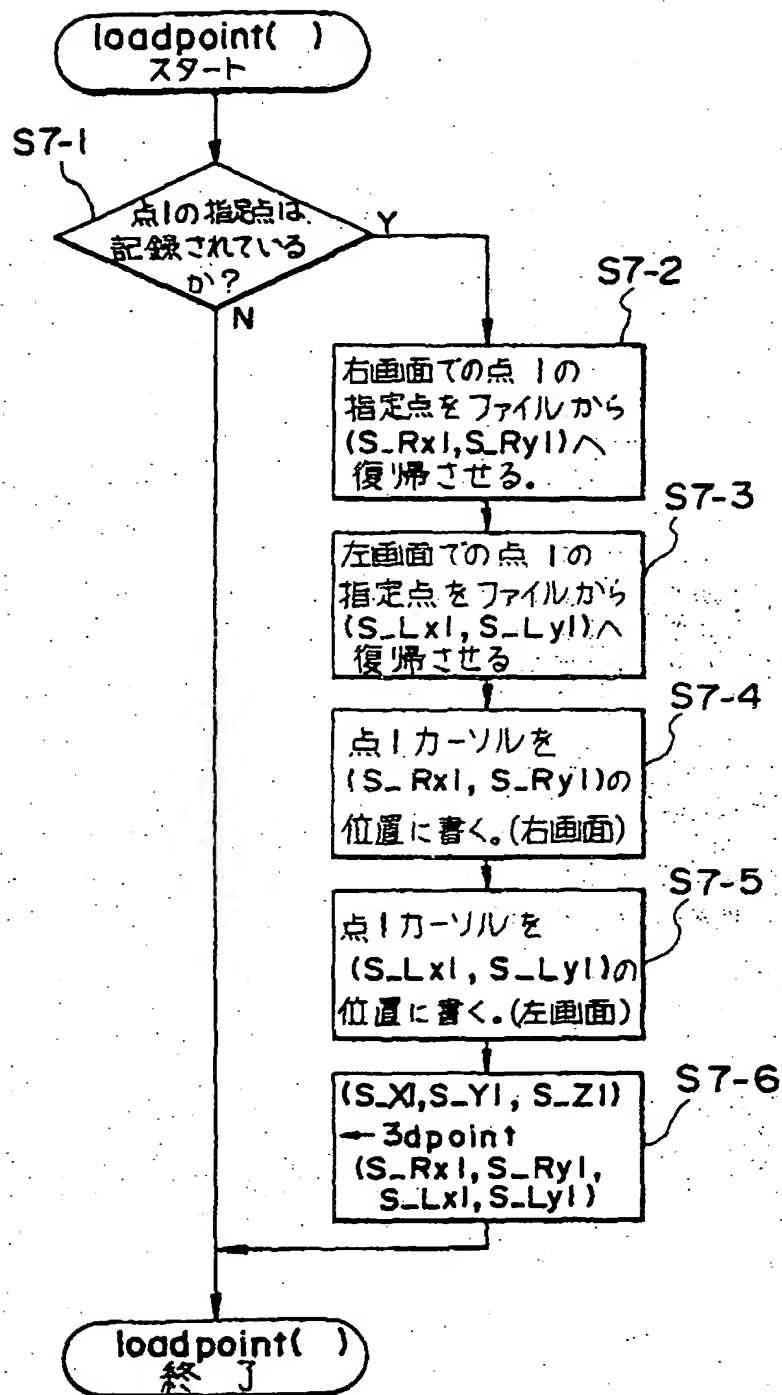


【第 17 図】

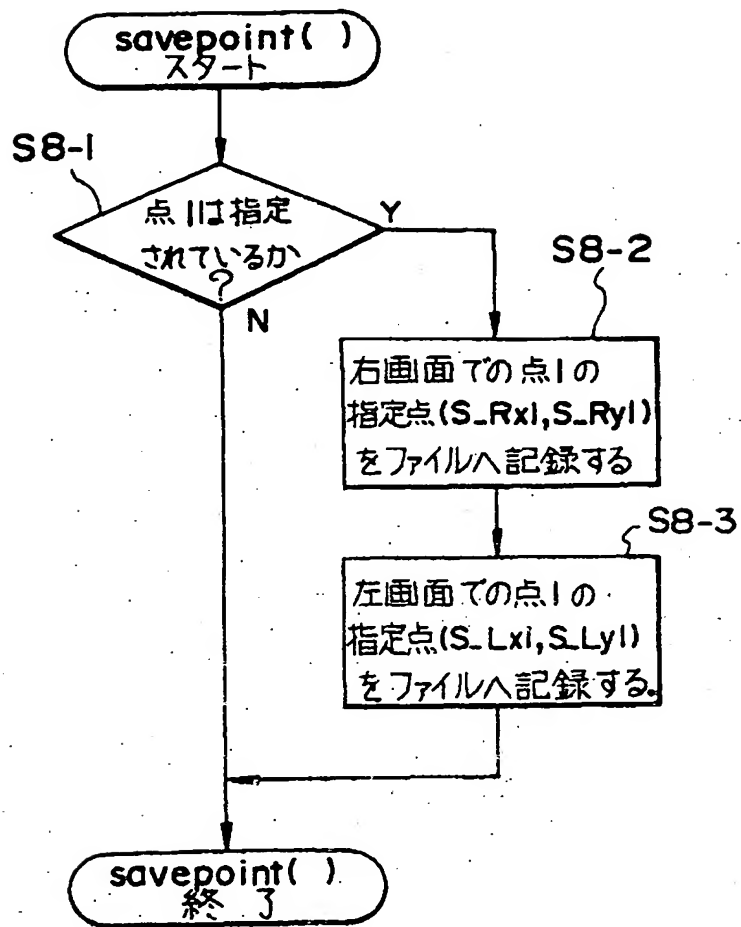




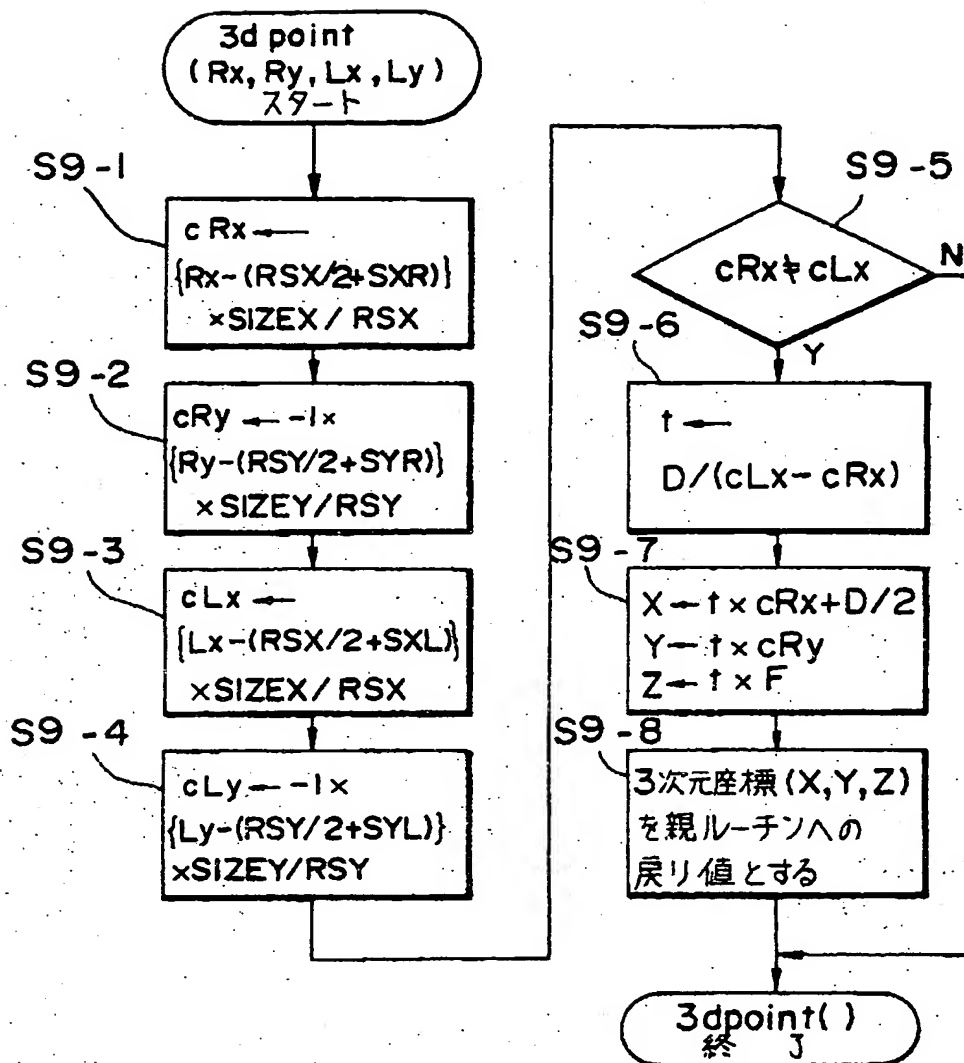
【第19図】



【第20図】



【第21図】



【第22図】

